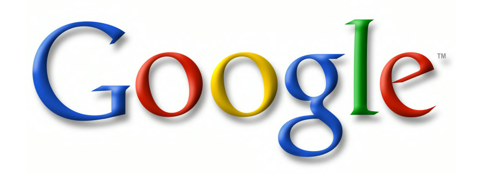
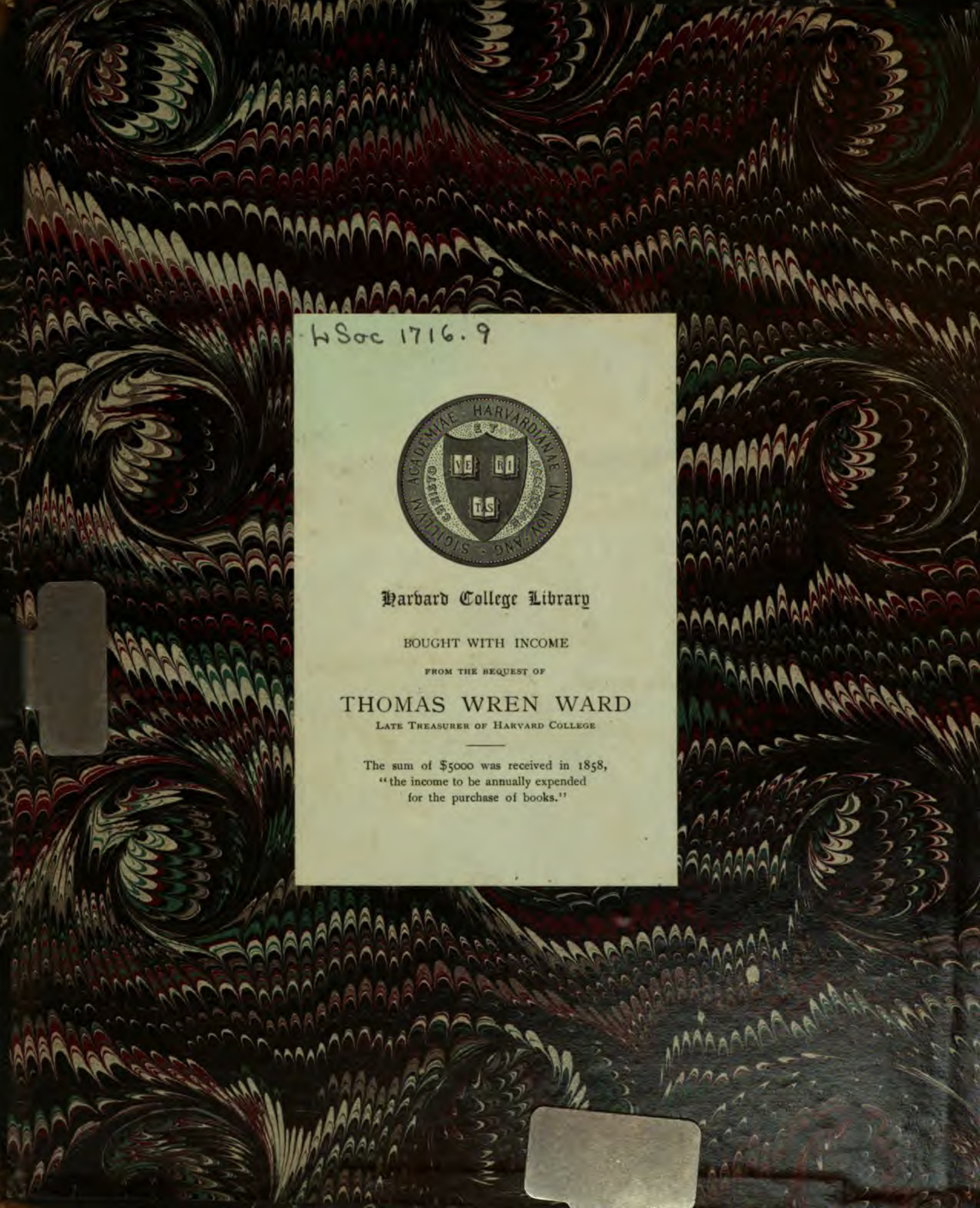








ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1908.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1908.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.

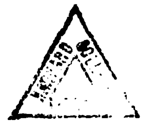
MIT 9 TAFELN.

BERLIN 1908.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



Inhalt.

Öffentliche Sitzungen . . . . S. VII–VIII.
Verzeichnifs der im Jahre 1908 gelesenen Abhandlungen . . . . . S. VIII–XVI.
Bericht über den Erfolg der Preisausschreibungen für 1908 . . . . S. XVI–XVIII.
Statut der Hermann Vogel-Stiftung . . . . S. XIX–XXIII.
Verzeichnifs der im Jahre 1908 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung wissenschaftlicher Unternehmungen . . . . S. XXIV–XXVIII.
Verzeichnifs der im Jahre 1908 erschienenen im Auftrage oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder herausgegebenen Werke . . . . S. XXVIII–XXXI.
Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1908 . . . . S. XXXI–XXXIII.
Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie am Schlusse des Jahres 1908 nebst den Verzeichnissen der Inhaber der Helmholtz- und der Leibniz-Medaille und der Beamten der Akademie . . . . . . S. XXXIV–XLI.

Abhandlungen.

BRANCA: Fossile Flugthiere und Erwerb des Flugvermögens . . . Abh. I. S. 1–49.

Anhang.

Abhandlungen nicht zur Akademie gehöriger Gelehrter.

L. JACOBSOHN: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks. (Mit 9 Tafeln) . . . . Abh. I. S. 1–72.

Jahr 1908.

Öffentliche Sitzungen.

Sitzung am 23. Januar zur Feier des Geburtsfestes Seiner Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar Hr. Waldeyer eröffnete die Sitzung mit einer auf die Festfeier bezüglichen Ansprache. Darauf hielt Hr. Koser den wissenschaftlichen Festvortrag: Über eine ungedruckte Ode Friedrichs des Grofsen von 1742 »Sur les jugements que le public porte sur ceux qui sont chargés dans la société civile du malheureux emploi de politiques«. Alsdann wurden im Auszuge die Jahresberichte über die wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute erstattet, welche im Sitzungsbericht im Wortlaut abgedruckt sind. Zum Schlufs folgte der Bericht über die seit dem letzten Friedrichs-Tage (24. Januar 1907) in dem Personalstande der Akademie eingetretenen Veränderungen.

Sitzung am 2. Juli zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Hr. Diels, als vorsitzender Secretar, eröffnete die Sitzung mit einer Ansprache über alte und neue Kämpfe um die Freiheit der Wissenschaft.

Darauf hielten die seit dem letzten Leibniz-Tage (4. Juli 1907) neu eingetretenen Mitglieder, Hr. Heusler von der philosophisch-historischen und Hr. Rubens von der physikalisch-mathematischen Classe ihre Antrittsreden. Es antworteten die beständigen Secretare, und zwar Hrn. Heusler Hr. Vahlen, Hrn. Rubens Hr. Auwers. Das bereits im Jahre 1904 neu eingetretene Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Koch war auch in diesem Jahre auf einer Reise im Ausland begriffen und konnte der Sitzung nicht beiwohnen.

Weiter hielten die HH. von Wilamowitz-Moellendorff und Diels Gedächtnifsreden auf Adolf Kirchhoff und Eduard Zeller. Schliefslich erfolgten Mittheilungen betreffend die Akademische Preisaufgabe für 1908 aus dem Gebiete der Philosophie, das Preisausschreiben aus dem Cothenius'schen Legat, den Preis aus der Diez-Stiftung und das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Verzeichnifs der im Jahre 1908 gelesenen Abhandlungen.

Physik und Chemie.

Nernst, zur Theorie der galvanischen Polarisation; Anwendung zur Berechnung der Reizwirkungen elektrischer Ströme. (G. S. 9. Jan.; *S. B.*)

Fischer und Dr. F. Wrede, über die Bestimmung der Verbrennungswärme organischer Verbindungen mit Benutzung des Platinwiderstandsthermometers. (G. S. 9. Jan.; *S. B.* 30. Jan.)

Rosenthal, Prof. I., Zerlegung hochcomplicirter chemischer Verbindungen im schwankenden magnetischen Kraftfeld. Vorgelegt von Fischer. (G. S. 9. Jan.; *S. B.*)

Warburg und Dr. G. Leithäuser, über die Analyse der Stickoxyde durch ihre Absorptionsspectra im Ultraroth. (Cl. 6. Febr.; *S. B.*)

Rubens und Dr. E. Ladenburg, das Reflexionsvermögen des Wassers. (Cl. 20. Febr.; *S. B.* 5. März.)

Landolt, Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesammtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper. Dritte Mittheilung. (Cl. 19. März; *S. B.*)

van't Hoff, Untersuchungen über die Bildung der oceanischen Salzablagerungen (Schluſs.) LII. Der Verband für die wissenschaftliche Erforschung der deutschen Kalisalzlagerstätten. (Cl. 23. April; *S. B.*)

Eucken, Dr. A., über den Verlauf der galvanischen Polarisation durch Condensatorentladung; Anwendung auf die Nervenreizung. Vorgelegt von Nernst. (G. S. 30. April; *S. B.* 14. Mai.)

Fischer, Synthese von Polypeptiden. (Cl. 21. Mai; *S. B.*)

Stark, Prof. J., über die Spectra des Sauerstoffs (Doppler-Effect bei Kanalstrahlen). Vorgelegt von Planck. (Cl. 21. Mai; *S. B.*)

Stark, Prof. J., und W. Steubing, über die spectrale Intensitätsvertheilung der Kanalstrahlen in Wasserstoff. Vorgelegt von Planck. (Cl. 21. Mai; *S. B.*)

Planck, über die kanonische Zustandsgleichung einatomiger Gase. Erste Mittheilung. (G. S. 25. Juni; *S. B.*)

Warburg, über Ozonröhren. (Cl. 9. Juli.)

Rubens und Dr. E. Ladenburg, das Reflexionsvermögen des Aethylalkohols. (Cl. 17. Dec.; *S. B.*)

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Potonié, Prof. H., über recente allochthone Humusbildungen. Vorgelegt von Branca. (Cl. 16. Jan.; *S. B.*)

Branca, fossile Flugthiere und Erwerb des Flugvermögens. (Cl. 16. Jan; *Abh.*)

Potonié, Prof. H., eine Classification der Kaustobiolithe. Vorgelegt von Branca. (Cl. 6. Febr.; *S. B.*)

Gothan, Dr. W., zur Entstehung des Gagats. Vorgelegt von Branca. (Cl. 20. Febr.; *S. B.*)

Branca, Nachtrag zur Embryonenfrage bei Ichthyosaurus. (Cl. 2. April; *S. B.*)

Eberhard, Prof. G., über die weite Verbreitung des Scandium auf der Erde. Vorgelegt von Nernst. (Cl. 23. Juli; *S. B.*)

Branca, über die Hypothesen zur Erklärung der Mondkratere. (Cl. 22. Oct.)

Ktenas, Dr. K. A., die Überschiebungen in der Pelopónnisos. I. Der Ithomiberg. Vorgelegt von Branca. (Cl. 22. Oct.; *S. B.* 5. Nov.)

Tannhäuser, Dr. F., Analysen des Neuroder Gabbrozuges. Vorgelegt von Branca. (Cl. 5. Nov.; *S. B.*)

Botanik und Zoologie.

Engler, pflanzengeographische Gliederung von Africa. (Cl. 23. Juli; *S. B.*)

Anatomie und Physiologie, Bacteriologie, Pathologie.

Rubner, das Wachsthumsproblem und die Lebensdauer des Menschen und einiger Säugethiere vom energetischen Standpunkte aus betrachtet. (Cl. 16. Jan.; *S. B.*)

Schultze, Prof. O., zur Histogenese des Nervensystems. Vorgelegt von Waldeyer. (Cl. 6. Febr.; *S. B.*)

Munk, über die Functionen des Kleinhirns. Dritte Mittheilung (Schlufs). (G. S. 12. März; *S. B.*)

Jacobsohn, Dr. L., über die Kerne des menschlichen Rückenmarks. Vorgelegt von Waldeyer. (Cl. 19. März; *Abh.*)
Waldeyer, die Magenstrafse. (Cl. 2. April; *S. B.* 4. Juni.)
F. E. Schulze, die Lungen des africanischen Straufses. (G. S. 9. April; *S. B.*)
O. Hertwig, über die Entstehung überzähliger Extremitäten bei den Wirbelthieren. (Cl. 18. Juni.)
Orth, über Resorption körperlicher Elemente im Darm, mit besonderer Berücksichtigung der Tuberkelbacillen. (G. S. 30. Juli; *S. B.*)
Koch, Entwicklungszustände der Trypanosomen. (Cl. 3. Dec.)
Bickel, Prof. A., Theorie der Magensaftsecretion. Vorgelegt von Orth. (Cl. 17. Dec.; *S. B.*)

Astronomie, Geographie und Geophysik.

Penck, der Drakensberg und der Quathlambabruch. (G. S. 13. Febr.; *S. B.* 27. Febr.)
Auwers, über den weitern Fortgang seiner Bearbeitung der älteren Bradley'schen Beobachtungen. (Cl. 5. März.)
Helmert, trigonometrische Höhenmessung und Refractionscoefficienten in der Nähe des Meeresspiegels. (G. S. 14. Mai; *S. B.*)
Helmert, Unvollkommenheiten im Gleichgewichtszustande der Erdkruste. (Cl. 5. Nov.; *S. B.*)
Struve, über eine nicht veröffentlichte Abhandlung Bessel's über die Bewegung des Uranus. (G. S. 10. Dec.)

Mathematik, Mechanik und Technik.

Schottky, über Beziehungen zwischen veränderlichen Gröfsen, die auf gegebene Gebiete beschränkt sind. Zweite Mittheilung. (G. S. 30. Jan.; *S. B.*)

Rasch, E., Bestimmung der kritischen Spannungen in festen Körpern. Vorgelegt von Martens. (Cl. 20. Febr.; *S. B.*)

Schwarz, über specielle Tetraeder mit rationalen Kantenlängen und rationalem Körperinhalt. (Cl. 7. Mai.)

Frobenius, über Matrizen aus positiven Elementen. (G. S. 14. Mai; *S. B.*)

Schur, Dr. I., über die Darstellung der symmetrischen Gruppe durch lineare homogene Substitutionen. Vorgelegt von Frobenius. (G. S. 4. Juni; *S. B.* 25. Juni.)

Landau, Prof. E., zwei neue Herleitungen für die asymptotische Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grenze. Vorgelegt von Frobenius. (G. S. 25. Juni; *S. B.* 16. Juli.)

Landau, Prof. E., neuer Beweis der Riemann'schen Primzahlformel. Vorgelegt von Frobenius. (G. S. 16. Juli; *S. B.*)

Kötter, Prof. F., über die Torsion des Winkeleisens. Vorgelegt von Müller-Breslau. (G. S. 16. Juli; *S. B.* 30. Juli.)

Schottky, zur Theorie der Symmetralfunctionen. (Cl. 23. Juli; *S. B.*)

Müller-Breslau, über den Einfluſs der steifen Verbindung der Fahrbahntafel mit den Hauptträgern eiserner Brücken für den Fall der statischen Unbestimmtheit der Hauptträger. (G. S. 12. Nov.)

Schottky, zur Theorie der Symmetralfunctionen. Zweite Mittheilung. (Cl. 19. Nov.; *S. B.*)

Korn, Prof. A., über Minimalflächen, deren Randcurven wenig von ebenen Curven abweichen. Vorgelegt von Schwarz. (Cl. 19. Nov.; *Abh.* 1909.)

Zimmermann, über die Gleichgewichtsverhältnisse dünnwandiger Hohlkörper, die unter einem innern Überdruck stehen. (Cl. 17. Dec.)

Philosophie.

Stumpf, zur Theorie des inductiven Schlusses. (Cl. 16. Jan.)

Geschichte.

Meyer, das erste Auftreten der Arier in der Geschichte. (G. S. 9. Jan.; *S. B.*)

Lenz, über einen Reformversuch des Ministers von Massow in Bezug auf die medicinischen Unterrichtsanstalten des preufsischen Staates (1802). (G. S. 30. Jan.)

Koser, zur Charakteristik der Politik Ludwig's XIV. (Cl. 20. Febr.)

Koser, aus der Vorgeschichte der ersten Theilung Polens. (Cl. 5. März; *S. B.*)

Zimmer, über den Weinhandel Westgalliens nach Irland im 1. bis 7. Jahrhundert. (G. S. 26. März.)

Dressel, über aegyptische Funde altgriechischer Silbermünzen. (Cl. 2. April.)

Harnack, die angebliche Synode von Antiochia im Jahre 324/5. (G. S. 14. Mai; *S. B.*)

Schäfer, der Zug König Lothar's gegen Böhmen im Jahre 1126. (Cl. 21. Mai.)

Meyer, die Bedeutung der Erschliefsung des alten Orients für die geschichtliche Methode und für die Anfänge der menschlichen Geschichte überhaupt. (G. S. 4. Juni; *S. B.* 25. Juni.)

Loofs, die chronologischen Angaben des sog. »Vorberichts« zu den Festbriefen des Athanasius. (Cl. 22. Oct.; *S. B.*)

Schmidt, Prof. K., eine Epistola apostolorum in koptischer und lateinischer Überlieferung. Vorgelegt von Harnack. (Cl. 5. Nov.; *S. B.*)

Hirschfeld, Vermuthungen zur altrömischen Geschichte. (G. S. 26. Nov.)

Rechts- und Staatswissenschaft.

Brunner, über das Alter des Pactus pro tenore pacis Childeberti et Chlotharii. (Cl. 19. Nov.)

von Schmoller, Kritik der Untersuchungen der letzten 30 Jahre über das ältere Gildewesen in Skandinavien, England, Nordfrankreich, den Niederlanden und Deutschland. (Cl. 17. Dec.)

Allgemeine, deutsche und andere neuere Philologie.

Roethe, über eine Handschrift des Reinaert I auf der Fürstl. Salm-Reifferscheidt'schen Schlofsbibliothek zu Dyck. (Cl. 6. Febr.)

Schmidt, drei ungedruckte Dictathefte aus Wieland's Züricher Hauslehrerzeit. (G. S. 27. Febr.)

Burdach, Schrift und Sprachbewufstsein im Althochdeutschen. (Cl. 23. April.)

Pischel, ins Gras beifsen. (G. S. 30. April; *S. B.*)

Roethe, die Betonung der einsilbigen Worte im älteren deutschen Versbau. (Cl. 7. Mai.)

W. Schulze, Wortbrechung in den gotischen Handschriften. (Cl. 18. Juni; *S. B.*)

Brandl, Anfänge der Autobiographie in England. (Cl. 9. Juli; *S. B.*)

Heusler, die gelehrte Urgeschichte im altisländischen Schriftthum. (Cl. 23. Juli; *Abh.*)

Seuffert, Prof. B., Prolegomena zu einer Wieland-Ausgabe. V. Vorgelegt von Schmidt. (Cl. 22. Oct.; *Abh.*)

Tobler, mon chéri, Anrede an weibliche Person. (G. S. 29. Oct.; *S. B.*)

Tobler, malgré qu'il en ait. (G. S. 29. Oct.; *S. B.*)

Zimmer, Beiträge zur Erklärung altirischer Texte der kirchlichen und Profanliteratur. I. II. (Cl. 3. Dec.; *S. B.*)

Classische Philologie.

von Wilamowitz-Moellendorff, Pindar's siebentes nemeisches Gedicht. (Cl. 19. März; *S. B.*)

Wellmann, Prof. M., Pseudodemocritea Vaticana. Vorgelegt von Diels. (Cl. 18. Juni; *S. B.*)

Wellmann, Prof. M., Aelius Promotus *Ἰατρικὰ φυσικὰ καὶ ἀντιπαθητικά.* Vorgelegt von Diels. (Cl. 23. Juli; *S. B.*)

Vahlen, über zwei Briefe des Alciphron. (Cl. 22. Oct.; *S. B.*)

Diels, Beiträge zur Zuckungsliteratur des Occidents und Orients. II. (Cl. 5. Nov.; *Abh.*)

Diels, die Stele des Mnesitheos. (Cl. 5. Nov.; *S. B.*) Nachtrag. (Cl. 17. Dec.; *S. B.*)

Archaeologie.

Wiegand, Dr. Th., sechster vorläufiger Bericht über die von den Königlichen Museen in Milet und Didyma unternommenen Ausgrabungen. Vorgelegt von Kekule von Stradonitz. (Cl. 20. Febr.; *Abh.*)

Kekule von Stradonitz, die Geburt der Helena aus dem Ei. (Cl. 5. März; *S. B.* 25. Juni.)

Orientalische Philologie.

Sieg, Dr. E., neue Bruchstücke der Sanskrit-Grammatik aus Chinesisch-Turkistan. Vorgelegt von Pischel. (G. S. 30. Jan.; *S. B.* 13. Febr.)

Erman, über eine Sammlung von Hymnen an das Diadem der Pharaonen. (Cl. 6. Febr.)

Beckh, Dr. H., Beiträge zur tibetischen Grammatik, Lexikographie, Stilistik und Metrik. Vorgelegt von Pischel. (G.S. 27. Febr.; *Abh.*)

von Le Coq, A., ein manichäisch-uigurisches Fragment aus Idiqut-Schahri. Vorgelegt von Müller. (Cl. 19. März; *S. B.* 2. April.)

Möller, Dr. G., Bericht über die Aufnahme der hieroglyphischen und hieratischen Felseninschriften im Alabasterbruch von Hatnub in Mittelaegypten. Vorgelegt von Erman. (G. S. 4. Juni; *S. B.* 25. Juni.)

Erman und Prof. H. Schäfer, der angebliche aegyptische Bericht über die Umschiffung Africas. (Cl. 9. Juli; *S. B.* 30. Juli.)

Müller, Uigurica. (G. S. 16. Juli; *Abh.*)

Sieg, Dr. E., und Dr. W. Siegling, Tocharisch, die Sprache der Indoskythen. Vorgelegt von Pischel. (G. S. 16. Juli; *S. B.* 30. Juli.)

Pischel, die Turfan-Recensionen des Dhammapada. (Cl. 23. Juli; *S. B.* 30. Juli.)

Yahuda, Dr. A. S., über die Unechtheit des samaritanischen Josuabuches. Vorgelegt von Nöldeke und Meyer. (G. S. 30. Juli; *S. B.*)

Sachau, über einen Papyrus aus Elephantine. (Cl. 3. Dec.)

Bericht über den Erfolg der Preisausschreibungen für 1908.

Akademische Preisaufgabe für 1908 aus dem Gebiete der Philosophie.

Im Jahre 1898 hatte die Akademie für das Jahr 1901 eine Preisaufgabe gestellt, in welcher eine Darstellung des Systems von Leibniz gewünscht wurde, und diese Aufgabe, da sie nur eine theilweise Lösung gefunden hatte, dann für 1905 erneuert. In diesem Jahre fand sie keine Bewerbung, und die Akademie schrieb folgende veränderte Preisaufgabe aus:

»Es soll untersucht werden, was über die Abhängigkeit der Metaphysik Leibnizens von seiner Logik mit Sicherheit aus den vorhandenen gedruckten Quellen sich ergiebt; auf Ungedrucktes zurückzugehen, wird nicht gefordert.«

Bewerbungsschriften, die bis zum 31. Dezember 1907 erwartet wurden, sind jedoch nicht eingegangen, und die Akademie hat nunmehr von ihrer Befugniſs Gebrauch gemacht, dem Verfasser einer in das Gebiet der gestellten Preisaufgabe einschlagenden, innerhalb des Zeitraums 1905—1908 veröffentlichten Schrift oder dem Urheber einer in der gleichen Zeit ausgeführten wissenschaftlich hervorragenden Arbeit die Preissumme als Ehrengabe zu überweisen. Sie erkennt den ausgesetzten Betrag von Fünftausend Mark zu gleichen Teilen den HH. Dr. Willy Kabitz in Breslau und Dr. Paul Ritter in Berlin für ihre Arbeit an dem kritischen Catalog der Leibniz-Handschriften zu, der für die in Angriff genommene interakademische Leibniz-Ausgabe hergestellt worden ist.

Preisausschreiben aus dem Cothenius'schen Legat.

Die Akademie schreibt folgende Preisaufgabe aus dem Cothenius'schen Legat aus:

»Der Entwickelungsgang einer oder einiger Ustilagineen soll möglichst lückenlos verfolgt und dargestellt werden, wobei besonders auf die Überwinterung der Sporen und Mycelien Rücksicht zu nehmen ist. Wenn irgend möglich, sind der Abhandlung Praeparate, welche die Frage entscheiden, beizulegen.«

Der ausgesetzte Preis beträgt zweitausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache abgefaſst sein. Schriften,

die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschlufs der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äufserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1910 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strafse 120 einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1911.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis aus der Diez-Stiftung.

Der Vorstand der Diez-Stiftung hat beschlossen, den aus der Stiftung im Jahre 1908 zu vergebenden Preis im Betrage von 1900 Mark Hrn. Jules Gilliéron, directeur adjoint an der École des hautes études in Paris, als Verfasser des Atlas linguistique de la France zuzuerkennen.

Statut der Hermann Vogel-Stiftung.

Der am 13. August 1907 verstorbene Director des Königlichen Astrophysikalischen Observatoriums bei Potsdam Hermann Karl Vogel hat durch sein am 10. August 1907 errichtetes Testament bestimmt, dafs der nach Abzug der ausgesetzten Erbtheile und besonderen Vermächtnisse übrig bleibende Theil seines Nachlasses in zwei gleiche Beträge getheilt zur Errichtung zweier Stiftungen verwendet werden solle: einer Stiftung für das Astrophysikalische Observatorium hauptsächlich mit der Bestimmung zur Unterstützung wissenschaftlicher Reisen der Angestellten und weiter zu Gewährung von Erziehungsbeihülfen für begabte Söhne von Unterbeamten des Observatoriums, und einer Stiftung für die Königliche Akademie der Wissenschaften zur Verleihung von Erinnerungsmedaillen behufs Auszeichnung hervorragender Leistungen im Gebiete der Astrophysik.

Nachdem die Akademie in ihrer Gesammtsitzung am 31. October 1907 beschlossen hat, die ihr angetragene Stiftung anzunehmen, und nachdem die landesherrliche Genehmigung zur Annahme des Vogel'schen Vermächtnisses unter dem 10. Mai 1908 ihr ertheilt worden ist, hat sie das Stiftungscapital in dem nach Vorschrift des Testaments für den Todestag des Erblassers berechneten Betrage von 16977.69 Mark übernommen und für die Stiftung das folgende, unter dem 21. Mai 1908 von dem vorgeordneten Königlichen Ministerium genehmigte Statut aufgestellt, dessen §§ 1, 2, 3, 6, 7, 11 Abs. 1 und 13 auf die ausdrücklichen Bestimmungen des Testaments gegründet sind.

Name und Zweck der Stiftung.

§ 1.

Die Stiftung führt den Namen: »Hermann Vogel-Stiftung der Königlich Preufsischen Akademie der Wissenschaften.« Sie wird durch die Akademie nach allen Richtungen vertreten.

§ 2.

Der Zweck der Stiftung besteht in der Verleihung von Medaillen für Arbeiten im Gebiete der Astrophysik und Spectralanalyse und für sonstige astronomische Untersuchungen, die mit den Forschungsmethoden der Astrophysik ausgeführt sind.

§ 3.

Eine Medaille in Gold wird alljährlich einem durch hervorragende Leistungen solcher Art ausgezeichneten Forscher zuerkannt, und zwar sollen hierbei Untersuchungen über die Bewegungen der Sterne in der Gesichtslinie in erster Linie Berücksichtigung finden.

Eine Medaille in Silber kann, so oft sich Anlaſs dazu findet, einem Mechaniker zuerkannt werden für hervorragende Leistungen in der Herstellung astrophysikalischer Instrumente.

Stiftungscapital.

§ 4.

Das Stiftungscapital besteht aus den Werthpapieren, die aus dem Nachlaſs des Stifters an die Akademie gelangt sind, und dem zur Erfüllung der Hälfte des Nachlaſsrestes hinzugefügten Baarbetrage, in Gesammthöhe, für den 13. August 1907 berechnet, von 16977.69 Mark abzüglich der von der Stiftung zu zahlenden Reichserbschaftssteuer von 645 Mark, also von 16332.69 Mark, sowie den nach § 11 und § 12 etwa erfolgenden Anfällen und sonstigen zufolge ausdrücklicher Willenserklärungen hinzukommenden Zuwendungen.

Die Substanz dieses Capitals ist unangreifbar. Nicht ausgeschlossen ist ein Umtausch der an die Akademie gelangten Werthpapiere gegen andere, mündelsichere Werthe.

§ 5.

Mit der Beschränkung der Unangreifbarkeit bildet das Stiftungscapital einen Bestandtheil des Vermögens der Akademie und wird mit diesem verwaltet, nach den hierfür in den Statuten der Akademie getroffenen Bestimmungen.

Vorschriften für die Herstellung der Medaille.

§ 6.

Auf der Vorderseite der Medaille erscheint eine aus Wolken herabschwebende weibliche Figur mit einem Lorbeerkranz in der Hand. Dieses Bild erhält die Umschrift: Medaille für Astrophysik gestiftet 1907 von H. C. Vogel.

Den Rand der Rückseite bildet ein breiter Lorbeerkranz: in die Mitte kommt die Aufschrift: (Name) überreicht von der Königlich Preufsischen Akademie der Wissenschaften. (Jahreszahl).

§ 7.

Die goldene Medaille wird in Ducatengold ausgeprägt mit einem Feingehalt von 175 Gramm.

Die silberne Medaille wird mit gleichen Abmessungen wie die goldene in Feinsilber hergestellt.

Verleihung der Medaille.

§ 8.

Die Zuerkennung der Medaille erfolgt durch die physikalisch-mathematische Classe.

In der ersten Classensitzung des Monats Mai und gleichzeitig durch Rundschreiben an alle Mitglieder der Classe giebt der vorsitzende Secretar Nachricht von dem verfügbaren Bestande und fordert zur Einreichung von Vorschlägen für die Verleihung der

Medaille auf. Solche Vorschläge müssen bis zur nächsten ordentlichen Classensitzung dem Vorsitzenden eingereicht werden und werden in dieser Sitzung, zu welcher unter Angabe des Zwecks besonders einzuladen ist, zur Verhandlung gestellt und, wenn nicht Vertagung aus besonderm Anlaſs beschlossen wird, sogleich durch verdeckte Abstimmung entschieden.

Zur Annahme eines Antrages ist die Mehrheit der anwesenden ordentlichen und der etwa an der Sitzung theilnehmenden auswärtigen Classenmitglieder erforderlich.

An ordentliche Mitglieder der Akademie kann die Medaille nicht verliehen werden.

§ 9.

Mit dem erfolgten Classenbeschluſs über die Verleihung wird die verliehene Medaille Eigenthum des Empfängers. Die Verkündung des Beschlusses erfolgt in der nächsten Leibniz-Sitzung und hierauf die Aushändigung.

Der Stiftung obliegende Verpflichtungen.

§ 10.

Aus den Erträgnissen des Stiftungscapitals werden bestritten: die Ausgaben für seine Verwaltung, die Kosten der Herstellung der Medaillenstempel, und die jedesmal bei Verleihung einer Medaille entstehenden Kosten.

Verwendung von Überschüssen.

§ 11.

Die nach Leistung der in § 10 bezeichneten Ausgaben verbleibenden Überschüsse der vereinnahmten Zinsen werden angesammelt, bis sie den Betrag der Kosten einer Goldmedaille erreicht

haben, und alsdann der Classe zur Verleihung einer zweiten Goldmedaille an dem nächsten vorgeschriebenen Termin zur Verfügung gestellt.

Wird eine solche zu diesem Termin nicht beschlossen, so fällt der angesammelte Betrag in Höhe von 488 Mark als dem Goldwerth einer Medaille ohne Weiteres an das Stiftungscapital.

§ 12.

Wenn an einem der vorgeschriebenen Termine eine Verleihung der Goldmedaille nicht zu Stande kommt, können ebenfalls im nächstfolgenden Jahre zwei Medaillen verliehen werden.

Geschieht dieses nicht, so fliefst der zum zweiten Mal unverwendet gebliebene Betrag des Goldwerths einer Medaille mit 488 Mark dem Stiftungscapital zu.

Übergangs- und allgemeine Bestimmungen.

§ 13.

Die vorstehenden Bestimmungen treten in ganzem Umfange in Kraft erst mit dem Ableben der Schwester des Stifters Frau Julie verw. Professor Dohmke geb. Vogel in Leipzig. Diese bezieht die von dem Stiftungscapital aufkommenden Zinsen abzüglich der Verwaltungskosten bis zum Ende des Vierteljahrs, in welchem ihr Tod erfolgt.

§ 14.

Änderungen dieses Statuts werden gültig, wenn sie übereinstimmend von der physikalisch-mathematischen Classe und von der Gesammtakademie in Sitzungen, zu denen unter Angabe des Zwecks besonders eingeladen ist, beschlossen und vom vorgeordneten Ministerium bestätigt worden sind.

Verzeichniſs der im Jahre 1908 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung wissenschaftlicher Unternehmungen.

Es wurden im Laufe des Jahres 1908 bewilligt:

2300 Mark dem Mitglied der Akademie Hrn. Engler zur Fortführung der Herausgabe des »Pflanzenreich«.

6000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Groſsen.

5000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften.

3000 » der Deutschen Commission der Akademie zur Fortführung ihrer Unternehmungen.

1000 » als Beitrag zu den Kosten einer von dem Cartell der deutschen Akademien zu veranstaltenden Ausgabe der gesammelten Schriften Ludwig Boltzmann's.

1000 » zur Förderung des Unternehmens des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmäſsigen Beitrag von 5000 Mark hinaus.

1000 » zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache.

500 » zu der von den cartellirten deutschen Akademien unternommenen Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge.

2500 » für das Unternehmen einer Neuausgabe der Septuaginta, welche das Cartell der deutschen Akademien in die Hand genommen hat.

2500 Mark aus allgemeinen Mitteln der Akademie für die interakademische Leibniz-Ausgabe[1].

1000 » der Interakademischen Centralcommission für Hirnforschung zur Bearbeitung einer internationalen Nomenclatur des Centralnervensystems.

1000 Frcs. dem Institut Marey in Boulogne s. S. gegen Einräumung eines von der Akademie zu vergebenden Arbeitsplatzes für die Dauer eines Jahres.

10000 Mark dem Mitglied der Akademie Hrn. Branca als Zuschufs zu den Kosten einer nach Deutsch-Ostafrica zu entsendenden Expedition zur Sammlung fossiler Dinosaurier.

750 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Schmidt zur Herausgabe einer von Dr. Adalbert Schroeter im Manuscript hinterlassenen Geschichte der lateinischen Lyrik der Renaissance.

1000 » dem von dem zweiten Deutschen Kalitage eingesetzten Comité zur wissenschaftlichen Erforschung der norddeutschen Kalisalzlager.

1400 » zum Ankauf der im Nachlafs des verstorbenen Prof. Dr. O. Lassar befindlichen Radiumpraeparate.

2500 » Hrn. Prof. Dr. Richard Abegg in Breslau zur Beschaffung von Gallium und zur physikalisch-chemischen Untersuchung dieses Elements.

4000 » Hrn. Prof. Dr. Julius Bauschinger in Berlin zur Berechnung einer achtstelligen Logarithmentafel.

1500 » Hrn. Prof. Dr. Erich von Drygalski in München zur Vollendung des Chinawerkes von Ferdinand von Richthofen.

---

[1] Die Kosten dieser Ausgabe werden zum Theil aus dem für die Zwecke der Internationalen Association der Akademien bestimmten Fonds bestritten.

800 Mark Hrn. Prof. Dr. Wilhelm Foerster in Berlin zur abschliefsenden Bearbeitung und Veröffentlichung einiger astronomischen Beobachtungsreihen.

2000 » Hrn. Prof. Dr. Gustav Fritsch in Berlin zur Herausgabe eines Werkes über die Area centralis der menschlichen Netzhaut.

800 » Hrn. Dr. Walter Gothan in Berlin zu Untersuchungen über das Fünfkirchener Steinkohlenlager.

1500 » Hrn. Prof. Dr. O. Hecker in Potsdam zu Versuchen über Schweremessungen auf hoher See.

2800 » Hrn. Prof. Dr. Ludwig Holborn in Charlottenburg zur Bestimmung der specifischen Wärme von Gasen bei hohem Druck.

1500 » Hrn. Privatdocenten Dr. Arrien Johnsen in Königsberg zu mineralogischen und geologischen Untersuchungen auf der Insel Pantelleria.

500 » Hrn. Dr. Otto Kalischer in Berlin zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Hörorgan.

500 » Hrn. Dr. Ludwig Keilhack in Berlin zu einer zoologischen Erforschung der Gebirgsseen der Dauphiné-Alpen.

1800 » Hrn. Prof. Dr. Ludolf Krehl in Heidelberg zu einem Stoffwechselversuch bei Diabetes (an Stelle einer vorjährigen Bewilligung).

1000 » Hrn. Privatdocenten Dr. Alfred Lohmann in Marburg zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über die Nebenniere.

1000 » Hrn. Prof. Dr. Wilibald A. Nagel in Berlin zu einer akustisch-phonetischen Untersuchung.

500 » Hrn. Dr. Oskar Prochnow in Wendisch-Buchholz zu Temperaturexperimenten mit poikilothermen Thieren und Pflanzen.

500 Mark Hrn. Privatdocenten Dr. Max Rothmann in Berlin für Versuche zur Erforschung der Function ganzer Grofshirnhemisphären.

1500 » Hrn. Prof. Dr. Adolf Schmidt in Potsdam zu Versuchen über magnetische Messungen auf hoher See.

142 » 50 Pf. Hrn. Prof. Dr. Johannes Stark in Greifswald zu Untersuchungen über die Lichtemission der Kanalstrahlen zu den ihm im Vorjahr bewilligten 2000 Mark.

600 » Hrn. Privatdocenten Dr. Felix Tannhäuser in Berlin zur chemischen Untersuchung der bei Erforschung des Neuroder Gabbrozuges gefundenen Gesteine.

650 » für Vol. II sect. 1 fasc. 1 des Corpus inscriptionum Etruscarum.

1500 » der Musikgeschichtlichen Commission zur Herausgabe der Denkmäler Deutscher Tonkunst behufs bibliographischer Aufnahme der in deutschen Bibliotheken und Archiven befindlichen Handschriften mittelalterlicher Musikschriftsteller.

300 » Hrn. Oberlehrer Dr. Fahz in Frankfurt a. M. zu einem Aufenthalt in Paris behufs Collationirung des Papyrus Mimaut Nr. 2391 des Louvre.

1000 » Hrn. Oberlehrer Dr. Ernst Gerland in Homburg v. d. H. zur Bearbeitung und Herausgabe eines Corpus notitiarum episcopatuum ecclesiae orientalis Graecae.

1000 » Hrn. Privatdocenten Lic. theol. Paul Glaue in Giefsen zu einer Studienreise nach Rom zur Fortführung seiner Arbeiten über die griechischen Evangelien-Vorlesebücher.

1000 » Hrn. Prof. Heinrich Günter in Tübingen zur Drucklegung eines Werkes »Die Habsburger-Liga 1625 bis 1635«.

1800 Mark Hrn. Prof. Dr. Oskar Mann in Berlin zur Fortsetzung seiner Forschungen über Kurdistan und seine Bewohner.

2000 » Demselben zur Drucklegung des Bandes IV, 3, 2 seiner »Kurdisch-persischen Forschungen«.

500 » Hrn. Dr. Georg Möller in Berlin zur Vollendung seiner Aufnahme der Inschriften von Hatnub.

1000 » Hrn. Prof. Dr. Theodor Schiemann in Berlin zur Fortsetzung seiner Studien über die Geschichte Rufslands unter Kaiser Nicolaus I.

600 » Hrn. Prof. Dr. Karl Schmidt in Berlin zur Bearbeitung und Veröffentlichung der nubischen Urkunden in koptischer Sprache.

900 » Hrn. Prof. Dr. Siegfried Sudhaus in Kiel zu einem Aufenthalt in Neapel behufs Vergleichung der dortigen das Werk *Περὶ φύσεως* des Epikuros enthaltenden Papyri.

Verzeichnifs der im Jahre 1908 erschienenen im Auftrage oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder herausgegebenen Werke.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preufs. Akademie der Wissenschaften hrsg. von A. Engler. Heft 33—37. Leipzig 1908.

Acta Borussica. Denkmäler der Preußischen Staatsverwaltung im 18. Jahrhundert. Hrsg. von der Königlichen Akademie der Wissenschaften. Behördenorganisation und allgemeine Staatsverwaltung. Bd. 4. Hälfte 1. 2. — Die einzelnen Gebiete der Verwaltung. Münzwesen. Münzgeschichtlicher Teil. Bd. 2. Berlin 1908.

Politische Correspondenz Friedrich's des Groſsen. Bd. 32. Berlin 1908.

Wilhelm von Humboldts Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preuſsischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 7. Hälfte 2. Berlin 1908.

Ibn Saad. Biographien Muhammeds, seiner Gefährten und der späteren Träger des Islams bis zum Jahre 230 der Flucht. Im Auftrage der Königlich Preuſsischen Akademie der Wissenschaften hrsg. von Eduard Sachau. Bd. 4. Tl. 2. Leiden 1908.

Inscriptiones Graecae consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae editae. Vol. 9. Inscriptiones Graeciae septentrionalis voluminibus 7 et 8 non comprehensae. Pars 2. Inscriptiones Thessaliae ed. Otto Kern. Vol. 12. Inscriptiones insularum maris Aegaei praeter Delum. Fasc. 7. Inscriptiones Amorgi et insularum vicinarum ed. Iulius Delamarre. Berolini 1908.

Kant's gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 5. Berlin 1908.

Deutsche Texte des Mittelalters hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 10. Der sog. St. Georgener Prediger. Bd. 12. Die Meisterlieder des Hans Folz. Bd. 13. Der Große Alexander. Bd. 14. Die sogenannte Wolfenbüttler Priamelhandschrift. Berlin 1908.

Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiarum quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 3. Fasc. 3. Vol. 4. Fasc. 4. 5. Lipsiae 1908.

Corpus medicorum Graecorum auspiciis Academiarum associatarum ed. Academiae Berolinensis Havniensis Lipsiensis. X 1, 1. Philumeni de venenatis animalibus eorumque remediis capita XXXVII ed. M. Wellmann. Lipsiae et Berolini 1908.

Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. 3. Lh 5: Borgert, A. Die Tripyleen Radiolarien. Concharidae. Lh 6: Schmidt, Wilhelm J. Die Tripyleen Radiolarien. Castanellidae. Kiel und Leipzig 1907. 08.

Schultze, Leonhard. Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika ausgeführt in den Jahren 1903—1905. Bd. 1. Jena 1908. (Denkschriften der Medicinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. Bd. 13.)

Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preufsischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 9, Tl. 2 = Eusebius. Bd. 2, Tl. 2. Leipzig 1908.

M. Tulli Ciceronis Paradoxa Stoicorum, Academicorum reliquiae cum Lucullo, Timaeus, de natura deorum, de divinatione, de fato ed. Otto Plasberg. Fasc. 1. Lipsiae 1908.

Dahl, Friedrich. Die Lycosiden oder Wolfspinnen Deutschlands. Halle 1908. (Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 88. N. 3.)

Finke, Heinrich. Acta Aragonensia. Quellen zur deutschen, italienischen, französischen, spanischen, zur Kirchen- und Kulturgeschichte aus der diplomatischen Korrespondenz Jaymes II. (1291—1327). Bd. 1. 2. Berlin und Leipzig 1908.

Fischer, Albert. Das deutsche evangelische Kirchenlied des 17. Jahrhunderts. Vollendet und hrsg. von W. Tümpel. Bd. 4. Gütersloh 1908.

Fritsch, Gustav. Über Bau und Bedeutung der Area centralis des Menschen. Berlin 1908.

Glagau, Hans. Reformversuche und Sturz des Absolutismus in Frankreich (1774—1788). München und Berlin 1908.

Günter, Heinrich. Die Habsburger-Liga 1625—1635. Berlin 1908.

Keibel, Franz, und Elze, Curt. Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Menschen. Jena 1908. (Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Heft 8.)

Libanii opera rec. Richardus Foerster. Vol. 4. Lipsiae 1908. (Bibliotheca script. Graec. et Roman. Teubneriana.)

Loesener, Th. Monographia Aquifoliacearum. Pars 2. Halle 1908. (Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 89. N. 1.)

Lycophronis Alexandra rec. Eduardus Scheer. Vol. 2. Berolini 1908.

Reiche, Karl. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Leipzig 1907. (Die Vegetation der Erde. VIII.)

Sachau, Eduard. Syrische Rechtsbücher. Bd. 2. Berlin 1908.

Salomon, Wilhelm. Die Adamellogruppe. Tl. 1. Wien 1908. (Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. 21. Heft 1.)

Scheiner, J. Untersuchungen über die Solarkonstante und die Temperatur der Sonnenphotosphäre. Potsdam 1908. (Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Bd. 18. Stück 3.)

Schiemann, Theodor. Geschichte Rufslands unter Kaiser Nikolaus I. Bd. 2. Berlin 1908.

Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1908.

Es wurden gewählt:

zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Theodor Liebisch, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 3. August 1908;

zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Eduard Seler, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 24. August 1908;

zu auswärtigen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Vatroslav von Jagić in Wien,
» Panagiotis Kabbadias in Athen,
» Henri Weil in Paris,
bisher correspondirende Mitglieder, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 25. September 1908;

zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe:

Sir George Howard Darwin in Cambridge am 25. Juni 1908;

zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Émile Boutroux in Paris am 27. Februar 1908,
» Percy Gardner in Oxford,
» Barclay Vincent Head in London,
» Edmond Pottier in Paris,
» Robert von Schneider in Wien,
am 29. October 1908.

Das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe Rochus Frhr. von Liliencron verlegte am 1. September 1908 seinen Wohnsitz von Schleswig nach Berlin und trat gemäſs § 20 der Statuten in die Reihe der Ehrenmitglieder über, da er mit Rücksicht auf sein hohes Alter nicht gewünscht hatte, unter die ordentlichen Mitglieder aufgenommen zu werden.

Gestorben sind:

das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Karl Möbius am 26. April 1908;

die ordentlichen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Adolf Kirchhoff am 27. Februar 1908,
» Eberhard Schrader am 3. Juli 1908,
» Richard Pischel am 26. December 1908;

die auswärtigen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Eduard Zeller in Stuttgart am 19. März 1908,
» Theodor von Sickel in Meran am 21. April 1908,
» Franz Bücheler in Bonn am 3. Mai 1908;

das Ehrenmitglied der Akademie:

Hr. Friedrich Althoff in Steglitz am 20. October 1908;

die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Karl von Voit in München am 31. Januar 1908,
» Franz von Leydig in Rothenburg o. d. T. am 13. April 1908,
» Henri Becquerel in Paris am 25. August 1908,
» Éleuthère Mascart in Paris am 26. August 1908,
» Adolf Wüllner in Aachen am 6. October 1908,
» Friedrich Schmidt in St. Petersburg am 21. November 1908,
» Albert Gaudry in Paris am 27. November 1908,
» Wolcott Gibbs in Newport, R. I. am 9. December 1908;

die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Victor Baron Rosen in St. Petersburg am 23. Januar 1908,
» Franz Kielhorn in Göttingen am 19. März 1908,
» Karl Theodor von Inama-Sternegg in Innsbruck am 28. November 1908.

Verzeichniſs der Mitglieder der Akademie am Schlusse des Jahres 1908

nebst den Verzeichnissen der Inhaber der Helmholtz- und der Leibniz-Medaille und der Beamten der Akademie.

I. Beständige Secretare.

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. Ordentliche Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
	Hr. *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Max Planck*		1894 Juni 11.
	Hr. *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
- *Theodor Wilhelm Engelmann*		1898 Febr. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
- *Wilhelm Branca*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Zimmer*	1902 Jan. 13.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5.
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5.
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4.
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4.
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16.
	- *Alois Brandl*	1904 April 3.
- *Robert Koch*		1904 Juni 1.
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29.
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29.
- *Adolf Martens*		1904 Aug. 29.
- *Walther Nernst*		1905 Nov. 24.
- *Max Rubner*		1906 Dec. 2.
- *Johannes Orth*		1906 Dec. 2.
- *Albrecht Penck*		1906 Dec. 2.
	- *Friedrich Müller*	1906 Dec. 24.
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8.
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8.
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3.
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24.

III. Auswärtige Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Strafsburg	1900 März 5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i. W.		1900 März 5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900 März 5.
- *Eduard Pflüger* in Bonn		1900 März 5.
	- *Léopold Delisle* in Paris	1902 Nov. 16.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale		1904 Mai 29.
Hr. *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand		1904 Oct. 17.
- *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12.
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908 Sept. 25.
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908 Sept. 25.
	- *Henri Weil* in Paris	1908 Sept. 25.

IV. Ehrenmitglieder.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Haigh Hall, Wigan	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Friedrich Kohlrausch* in Marburg	1895 Aug. 13.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Richard Schöne* in Berlin	1900 März 5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Konrad von Studt* in Berlin	1900 März 17.
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dec. 12.
Rochus Frhr. *von Liliencron* in Berlin	1901 Jan. 14.

V. Correspondirende Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe.

		Datum der Wahl		
Hr.	*Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895	Juli	18.
-	*Ernst Wilhelm Benecke* in Strafsburg	1900	Febr.	8.
-	*Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov.	3.
-	*Oskar Brefeld* in Charlottenburg	1899	Jan.	19.
-	*Heinrich Bruns* in Leipzig	1906	Jan.	11.
-	*Otto Bütschli* in Heidelberg	1897	März	11.
-	*Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec.	6.
-	*Karl Chun* in Leipzig	1900	Jan.	18.
-	*Gaston Darboux* in Paris	1897	Febr.	11.
Sir	*George Howard Darwin* in Cambridge	1908	Juni	25.
Hr.	*Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März	11.
-	*Nils Christofer Duner* in Uppsala	1900	Febr.	22.
-	*Ernst Ehlers* in Göttingen	1897	Jan.	21.
-	*Rudolf Fittig* in Strafsburg	1896	Oct.	29.
-	*Max Fürbringer* in Heidelberg	1900	Febr.	22.
Sir	*Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889	Febr.	21.
-	*David Gill* in London	1890	Juni	5.
Hr.	*Paul Gordan* in Erlangen	1900	Febr.	22.
-	*Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907	Juni	13.
-	*Ludwig von Graff* in Graz	1900	Febr.	8.
-	*Gottlieb Haberlandt* in Graz	1899	Juni	8.
-	*Julius Hann* in Wien	1889	Febr.	21.
-	*Victor Hensen* in Kiel	1898	Febr.	24.
-	*Richard Hertwig* in München	1898	April	28.
Sir	*William Huggins* in London	1895	Dec.	12.
Hr.	*Adolf von Koenen* in Göttingen	1904	Mai	5.
-	*Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893	Mai	4.
-	*Henri Le Chatelier* in Paris	1905	Dec.	14.
-	*Michel Lévy* in Paris	1898	Juli	28.
-	*Gabriel Lippmann* in Paris	1900	Febr.	22.

	Datum der Wahl		
Hr. *Hendrik Antoon Lorentz* in Leiden	1905	Mai	4.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898	Juli	14.
- *Franz Mertens* in Wien	1900	Febr.	22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900	Febr.	22.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900	Febr.	8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893	Mai	4.
- *Georg von Neumayer* in Neustadt a. d. Haardt	1896	Febr.	27.
- *Simon Newcomb* in Washington	1883	Juni	7.
- *Max Noether* in Erlangen	1896	Jan.	30.
- *Wilhelm Ostwald* in Grofs-Bothen, Kgr. Sachsen	1905	Jan.	12.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889	Dec.	19.
- *Émile Picard* in Paris	1898	Febr.	24.
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906	Jan.	11.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896	Jan.	30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879	März	13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900	Febr.	8.
Sir *William Ramsay* in London	1896	Oct.	29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896	Oct.	29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strafsburg	1885	Febr.	26.
- *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893	Juni	1.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896	März	12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887	Oct.	20.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898	Febr.	24.
- *Hugo von Seeliger* in München	1906	Jan.	11.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strafsburg	1899	Juni	8.
Hr. *Johann Wilhelm Spengel* in Giefsen	1900	Jan.	18.
- *Eduard Strasburger* in Bonn	1889	Dec.	19.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900	Febr.	8.
- *Julius Thomsen* in Kopenhagen	1900	Febr.	8.
- *August Toepler* in Dresden	1879	März	13.
- *Melchior Treub* in Buitenzorg	1900	Febr.	8.
- *Gustav von Tschermak* in Wien	1881	März	3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898	März	10.
Hr. *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900	März	8.
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900	Febr.	22.
- *Otto Wallach* in Göttingen	1907	Juni	13.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899	Jan.	19.
- *Heinrich Weber* in Strafsburg	1896	Jan.	30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897	März	11.
- *Julius Wiesner* in Wien	1899	Juni	8.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887	Oct.	20.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl
Hr.	*Wilhelm Ahlwardt* in Greifswald	1888 Febr. 2.
-	*Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18.
-	*Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
-	*Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14.
-	*Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24.
-	*Émile Boutroux* in Paris	1908 Febr. 27.
-	*James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13.
-	*Ingram Bywater* in London	1887 Nov. 17.
-	*René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3.
-	*Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14.
-	*Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
-	*Benno Erdmann* in Bonn	1903 Jan. 15.
-	*Julius Euting* in Strafsburg	1907 Juni 13.
-	*Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
-	*Ludwig Friedländer* in Strafsburg	1900 Jan. 18.
-	*Percy Gardner* in Oxford	1908 Oct. 29.
-	*Theodor Gomperz* in Wien	1893 Oct. 19.
-	*Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18.
-	*Gustav Gröber* in Strafsburg	1900 Jan. 18.
-	*Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dec. 15.
-	*Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18.
-	*Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18.
-	*Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2.
-	*Barclay Vincent Head* in London	1908 Oct. 29.
-	*Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
-	*Karl Theodor von Heigel* in München	1904 Nov. 3.
-	*Max Heinze* in Leipzig	1900 Jan. 18.
-	*Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
-	*Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18.
-	*Edvard Holm* in Kopenhagen	1904 Nov. 3.
-	*Théophile Homolle* in Paris	1887 Nov. 17.
-	*Christian Hülsen* in Rom	1907 Mai 2.
-	*William James* in Cambridge, Mass.	1900 Jan. 18.
-	*Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1.
-	*Karl Justi* in Bonn	1893 Nov. 30.
-	*Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18.
-	*Georg Friedrich Knapp* in Strafsburg	1893 Dec. 14.
-	*Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
-	*Friedrich Leo* in Göttingen	1906 Nov. 1.
-	*August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18.

	Datum der Wahl		
Hr. *Émile Levasseur* in Paris	1900	Jan.	18.
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904	Nov.	3.
- *Giacomo Lumbroso* in Viareggio	1874	Nov.	12.
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904	Juli	21.
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900	Jan.	18.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897	Juli	15.
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905	Juli	6.
- *Adolf Michaelis* in Strafsburg	1888	Juni	21.
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905	Febr.	16.
- *Gabriel Monod* in Versailles	1907	Febr.	14.
- *Benedictus Niese* in Halle a. S.	1905	Febr.	16.
- *Heinrich Nissen* in Bonn	1900	Jan.	18.
- *Georges Perrot* in Paris	1884	Juli	17.
- *Edmond Pottier* in Paris	1908	Oct.	29.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895	Jan.	10.
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907	Febr.	14.
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907	Mai	2.
- *Robert von Schneider* in Wien	1908	Oct.	29.
- *Anton E. Schönbach* in Graz	1906	Juli	5.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900	Jan.	18.
- *Emil Schürer* in Göttingen	1893	Juli	20.
- *Eduard Schwartz* in Göttingen	1907	Mai	2.
- *Émile Senart* in Paris	1900	Jan.	18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900	Jan.	18.
- *Henry Sweet* in Oxford	1901	Juni	6.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895	Mai	2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900	Jan.	18.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897	Juli	15.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900	Jan.	18.
- *Wilhelm Wilmanns* in Bonn	1906	Juli	5.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891	Juni	4.
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903	Febr.	5.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900	Jan.	18.

Inhaber der Helmholtz-Medaille.

Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904).
- *Emil Fischer* in Berlin (1908).

Verstorbene Inhaber.

Hr. *Emil du Bois-Reymond* in Berlin (1892—96).
- *Karl Weierstraſs* in Berlin (1892—97).
- *Robert Bunsen* in Heidelberg (1892—99).

Lord *Kelvin* in Netherhall, Largs (1892—1907).
Hr. *Rudolf Virchow* in Berlin (1898—1902).
Sir *George Gabriel Stokes* in Cambridge (1900—03).
Hr. *Henri Becquerel* in Paris (1906—08).

Inhaber der Leibniz-Medaille.

a. Der Medaille in Gold.

Hr. *James Simon* in Berlin (1907).

b. Der Medaille in Silber.

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907).
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907).

Beamte der Akademie.

Bibliothekar und Archivar: Dr. *Köhnke.*
Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Ristenpart*, Prof. (beurlaubt). — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *Czeschka* Edler *von Maehrenthal*, Prof. — Dr. *von Fritze.* — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof.
Archivar und Bibliothekar der Deutschen Commission: Dr. *Behrend.*

Fossile Flugtiere und Erwerb des Flugvermögens.

Von

H^rn. W. BRANCA.

Gelesen in der Gesamtsitzung am 7. Juli 1904.
Zum Druck eingereicht am 16. Januar 1908, ausgegeben am 9. März 1908.

Wer für die Tierwelt ein Wort prägen wollte, gleichwertig dem alten für Menschen gemünzten: Navigare necesse est, vivere non necesse, der brauchte nur das navigare zu verwandeln in ein volare; denn wenn Zahlen überhaupt Beweiskraft innewohnt, dann beweist die gewaltige Anzahl fliegender Tierarten die sehr große Wichtigkeit, welche das Flugvermögen für die Tierwelt besitzt. In seiner Abhandlung über die Erwerbung des Flugvermögens bei Wirbeltieren hat Döderlein gezeigt[1], daß nicht weniger als 62 Prozent aller Tierarten das Flugvermögen erworben haben. Eine überraschend große Zahl. Aber so überzeugend die Sprache auch ist, die diese Zahl zu uns spricht, sie verrät doch noch nicht alles; denn man müßte eigentlich hierbei von den im Wasser lebenden Tieren, da ja von ihnen kein einziges zu fliegen vermag, gänzlich absehen[2]. Wenn man daher nur die Landtiere in Betracht zieht, so steigt für letztere der Prozentsatz derer, die das Flugvermögen besitzen, nach Döderlein sogar auf 75 Prozent.

Diese Zahl möchte nun vollends übertrieben erscheinen, da unser Auge doch so zahlreichen Lebewesen begegnet, die kein Flugvermögen

[1] Zoologische Jahrbücher Bd. 14, 1900, S. 49—61.

[2] Auch die sogenannten »fliegenden« Fische besitzen ja kein Flugvermögen; denn sie können, wie Möbius zeigte, ihre großen Flossen nicht als Flügel, sondern nur als Fallschirm benutzen. Ganz neuerdings hat O. Abel (Fossile Flugfische, Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien 1906. Bd. 56, S. 1—88. 3 Tafeln, 13 Textfiguren) in seiner schönen Arbeit über die fossilen Flugfische, die verschiedenen darüber gemachten Beobachtungen kritisch besprechend, den Vorschlag gemacht, den Namen Flugfische in Fallschirmfische umzuwandeln. Das würde sich dann sehr schön mit den Fallschirmtieren des Landes decken. Außerdem aber besitzen diese Fallschirmfische, ebenso wie die anderen Fische, im Wasser doch auch noch ein Flugvermögen ebenso wie die auf dem Lande lebenden Flugtiere; nur daß es sich in einem anderen Medium betätigt. Siehe S. 2—4.

besitzen, und sie erklärt sich nur dadurch, daß von den ungefähr 420 000 Tierarten, welche Döderlein als zur Zeit bekannt nach Möbius annimmt, nicht weniger als 280 000 den Insekten angehören, die ja zum größten Teil zu fliegen vermögen. Dazu gesellen sich dann etwa 13 000 Vögel, 600 Fledermäuse und eine uns unbekannte Zahl ausgestorbener Flugsaurier, von denen vielleicht 60 Arten bisher namhaft gemacht worden sind.

Es ergibt sich somit auch hier ein Beleg für die bekannte Tatsache, daß statistische Zahlen leicht irrige Vorstellungen erwecken können. Wohl kommen auf je vier Landtierformen nicht weniger als drei, die fliegen können. Aber dieser fast ungeheuerlich hoch klingende Prozentsatz fliegender Tiere wird wesentlich nur durch das große Übergewicht der Zahl der Insektenarten über die der anderen Tiere bedingt. Müssen wir daraus folgern, daß die Insekten ihre so auffallende Überzahl wesentlich dem Umstande verdanken, daß sie durch den Erwerb des Flugvermögens so sehr viel günstiger im Kampfe ums Dasein gestellt waren? Oder sind es wesentlich doch andere Gründe gewesen, die dieses so außerordentliche, jedes Maß übersteigende Anschwellen der Zahl der Insekten bedingten? Denn man kann sich doch nicht verhehlen, daß der gewaltige Vorteil, den ein einzelnes Tier vor allen anderen erlangt, wenn es des Flugvermögens teilhaftig wird, in demselben Maße wieder sich verringert, in welchem zahllose andere Tiere ebenfalls das Flugvermögen erringen. Die Möglichkeit, sich den Feinden durch die Flucht in die Luft hinein zu entziehen und die Vorteile, die für Ernährung und Fortpflanzung sich ergeben — sie verringern sich ja in demselben Maße, in dem auch die Feinde und die Mitbewerber um Ernährung und Fortpflanzung sich in die Luft zu erheben vermögen.

Ich sagte oben, den im Wasser lebenden Tieren fehle ausnahmslos das Flugvermögen. Das klingt eigentlich selbstverständlich; denn wie sollte ein Tier, das nur durch Kiemen zu atmen vermag, und in dieser Lage sind doch fast ausnahmslos die Wassertiere, längere Zeit in der Luft zubringen und dabei noch heftig mit den Muskeln arbeiten können, ohne zu ersticken. Selbst im Besitze von Flügeln würde es also von diesen doch keinen Gebrauch machen können; auch dann wohl nicht, wenn seine Kiemen dem Zwecke, längere Zeit außerhalb des Wassers aushalten zu können, sich angepaßt haben. Derartiges findet sich be-

kanntlich bei Wassertieren; so unter den dekapoden Krebsen bei den Anomuren, bei denen der hintere Teil der Kiemenhöhle Luft aufnimmt und als Lunge funktioniert, wenn der Krebs an das Land geht; *Birgus* soll auf solche Weise sogar Palmenbäume erklettern können. Indes ist eine derartige Kieme doch nur zu langsamer Bewegung, also Atmung in der Luft angepaßt, kaum aber zu so stürmischer Bewegung bezüglich Atmung in der Luft, wie das zum Fliegen nötig wäre.

Indessen jene so selbstverständlich klingende Aussage, daß die im Wasser lebenden Tiere des Flugvermögens ausnahmslos entbehren, ist doch nur bedingt richtig; denn sie ist nur selbstverständlich, gilt nur so lange, als wir das Fliegen definieren als die Fähigkeit eines Tieres, sich in die Luft zu erheben. Bei dieser Definition wird aber, wie mir scheint ungerechtfertigterweise, alleiniges Gewicht gelegt auf die eine Seite der Sache: auf das, was die Natur hierbei leistete, indem sie, die Schwere überwindend, dem Körper die Fähigkeit verlieh, sich in die Luft erheben zu können: Eine Leistung, so staunenswert, so großartig, daß sie nur noch durch eines übertroffen wird, die Ausbildung des menschlichen Denkvermögens.

Die andere Seite der Sache dagegen und wie mir scheint die Hauptseite, weil sie das enthält, was für das Tier das hierbei Wichtige ist, findet in jener Definition gar keine Berücksichtigung. Ich meine die Befreiung des Tieres von den Fesseln, mit denen es an die Erdrinde gefesselt ist: Fesseln, die für seine Ernährung, seine Abwehr der Feinde und seine Fortpflanzung schwerwiegende Hindernisse darbieten können.

Setzen wir daher dieses für das Tier Wichtigere in die Definition ein, erklären wir also das Fliegen für die Fähigkeit eines Tieres, sich von diesen Banden freimachen und sich erheben zu können in dasjenige Medium, in welchem es atmet — so zeigt sich sofort, daß wir für die im Wasser lebenden Tiere genau denselben Gegensatz haben, zwischen denen, welche an den Boden gekettet sind und denen, welche zu fliegen vermögen. Nur daß wir hier das Fliegen heute als Schwimmen bezeichnen.

Und ganz wie bei den landlebenden Tieren die verschiedensten Grade der Flugfähigkeit bestehen, so besitzen auch die wasserlebenden Tiere die verschiedensten Grade der Flugfähigkeit in solchem Sinne.

Es verlohnte sich wohl der Mühe, nun auch für die im Wasser lebenden Tiere[1] den Prozentsatz derer zu bestimmen, welche in solchem Sinne die Flugfähigkeit erworben haben. So sind Fliegen und Schwimmen mit Bezug auf die Höhe der Leistung der Natur zwei sehr verschiedenwertige Dinge. Mit Bezug auf das aber, was sie dem Tiere geben, sind sie ganz dasselbe; und nur dadurch, daß wir heute zwei verschiedene Worte dafür besitzen, wird es bedingt, daß man das unwillkürlich vergißt.

Früher war dem nicht so, denn früher machte unsere Sprache gar keinen Unterschied zwischen beiden Tätigkeiten. Der Liebenswürdigkeit meines verehrten Herrn Kollegen Wilhelm Schulze verdanke ich hierüber die folgenden Angaben: »Noch heute sagt man im Slowenischen riba pluje, der Fisch schwimmt, und ptič pluje, der Vogel fliegt; für beide Tätigkeiten hat also die slowenische Sprache noch heute nur einen einzigen Ausdruck, und die demselben zugrunde liegende Wurzel pleu heißt sonst schwimmen. In einer erweiterten Form erscheint sie als litauisch plaukiù, ich schwimme; dazu stimmt fast ganz genau unser Fliegen (in ältester Form flingan), das also ursprünglich auch schwimmen bedeutet, aber diese seine ursprüngliche Bedeutung seit alters eingebüßt hat und im Germanischen nur noch von der Bewegung durch die Luft gebraucht wird«.

Zwei diametral entgegengesetzte Wege[2] sind es, auf welchen die Landtiere ihre Flugfähigkeit erworben haben; den einen gingen die Wirbeltiere, den anderen die Insekten.

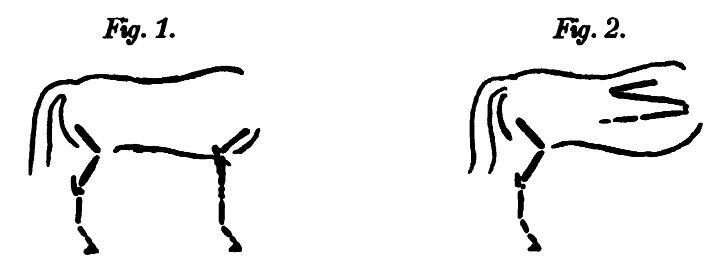
Bei den Wirbeltieren wurde die vordere Extremität zum Flügel umgewandelt. Schon ohne weiteres geht aus diesen Worten hervor, daß

[1] Die Zahl der bisher bekannten Fische, 12 000 Arten, erreicht nicht ganz die Zahl der Vögel, die sich auf 13 000 beläuft. Diejenige der Reptilien beträgt etwa 8 300, die der Amphibien 1300, und von diesen ist ja nur ein kleinerer Teil mehr oder weniger wasserlebend. Die etwa 3 000 Echinodermen rechnen ganz, die 8000 Würmer wieder nur zum Teil zu den Bewohnern des Wassers. Den größten Prozentsatz aber liefern die Mollusken, deren 50 000 Arten zum größten Teil im Wasser leben. Dazu kommen dann noch die niedersten Tiere, deren Artenzahl um so schwerer festzustellen ist, in je tiefere Stufen man hinabsteigt.

[2] Wenn hier und später von »demselben Wege« (bzw. von »verschiedenen Wegen«), auf dem die Flugfähigkeit erreicht wurde, die Rede ist, so soll damit selbstverständlich keinerlei Verwandtschaft der Tiergruppen angedeutet werden, sondern nur die von der Natur befolgte Art und Weise des Vorgehens, gewissermaßen die Methode.

hier dem Gewinne des Flugvermögens ein Verlust zweier Füße, d. h. der vollen Hälfte aller, gegenüberstand. Welch ein überaus harter Verlust! War zunächst doch mit ihm sogar noch viel mehr als die Hälfte des Gehvermögens verloren. Das geht am besten aus den folgenden schematischen Zeichnungen hervor, in welchen Fig. 1 ein vierfüßiges Tier vor Erwerb

Fig. 1. *Fig. 2.*



des Flugvermögens, Fig. 2 nach Erwerb desselben und mit seitlich angelegten Flügelknochen darstellt.

Wenn wir einmal eine plötzliche Umwandlung aus dem einen in den anderen Zustand uns vorstellen wollen, so ergibt sich, daß das Tier nun seiner bisherigen Fähigkeit zu gehen, laufen oder springen zunächst nicht bloß halb, sondern sogar fast vollständig beraubt werden würde, indem es entweder gänzlich auf ein Gehen verzichten müßte oder doch nur höchst unbehilflich, seine Flügelextremität als Gehwerkzeug benutzend, auf allen Vieren sich fortbewegen könnte; wie letzteres auch heute noch, wenn auch zum Teil recht geschickt, die Fledermäuse tun.

Indessen die der Schonung bedürftigen Flügel, deren Flughaut bezüglich Federn durch das Gestrüpp des Waldes, die Härte der Felsen, den Sand und Schlamm des Bodens leicht Schaden nehmen können, durften in ausgedehntem Maße nicht dauernd als Gehwerkzeuge benutzt werden; sie mußten daher soweit wie möglich gänzlich befreit werden von solchem Dienste, das Tier mußte auf zwei Beine gestellt werden.

Das konnte zunächst bei horizontal bleibender Körperachse, also unter Beibehaltung der bisherigen Körperstellung des Vierfüßlers, nur ermöglicht werden dadurch, daß die Hinterextremität vom hinteren Ende des Tieres mehr nach der Mitte desselben zugeschoben wurde:

Entweder indem nur die Gelenkungsstelle des Oberschenkels im Becken weiter nach vorn rückte;

Oder indem außerdem noch der Oberschenkel selbst, anstatt seiner ursprünglich mehr vertikalen eine mehr oder weniger horizontale Stellung

annahm, so daß auf solche Weise der Unterschenkel es war, der den Körper weiter zur Mitte hin unterstützte, wie das Fig. 3 andeutet.

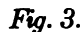


Fig. 3.



Oder endlich, indem umgekehrt der Rumpf es war, der seine ursprünglich horizontale, dem früheren Vierfüßler eigne Lage aufgab und eine mehr aufrechte Richtung annahm, wie Fig. 4 schematisch anzeigt und z. B. beim Pinguin, Kranich, Marabu usw. der Fall ist.

So steht also bei den Wirbeltieren dem Gewinne des Flugvermögens ein überaus harter Verlust gegenüber.

Von entgegengesetzter Richtung her, mit verlustloser Methode, haben die Insekten das Flugvermögen erlangt. Aus bedeutungslosen, wenigstens für das Gehen bedeutungslosen Rückenplatten wurden hier die Flügel geschaffen. Aber nicht nur das, es bildeten sich auf solche Weise auch meistens nicht nur 2, sondern sogar 4 Flügel. Eine Zahl, die bei den Wirbeltieren fast unmöglich sein würde, da letztere, wenn außer der Vorder- auch noch die Hinterextremität sich in Flügel verwandeln würde, fast jeder Gehfähigkeit beraubt werden müßten.

Es ist also, gerade umgekehrt wie bei Wirbeltieren, bei Insekten der Erwerb der Flugfähigkeit ein vollkommen reiner Ge-

winn gewesen, dem keinerlei Verlust der Gehfähigkeit gegenüberstand.

Wir müssen somit den Weg, welchen die Insekten bei Erwerb ihrer Flugfähigkeit gingen, d. h. also die Methode, welche die Natur hier befolgte, als die im Prinzip vollkommenste anerkennen, da sie dem Tiere nicht nur den vollen Gebrauch aller seiner bisherigen Bewegungsorgane beließ, sondern auch diesen noch außerdem 4 neue hinzufügte.

Fig. 4.



Völlig fremd stehen sich diese beiden Wege, auf denen einerseits die Insekten, anderseits die Wirbeltiere das Flugvermögen erwarben, gegenüber; und nirgends hat die Natur eine Brücke geschlagen, die von dem einem Wege hinüberführte zu dem anderen. Weder hat sie bei Insekten Formen geschaffen, bei denen 2 bezüglich 4 Beine in Flügel umgewandelt worden wären, noch hat sie unter Wirbeltieren solche geschaffen, bei denen, unter gänzlicher Schonung der Extremitäten, Flügel auf dem Rücken entstanden wären.

Warum nicht? Offenbar weil sie das erstere, obwohl sie es gekonnt hätte — man gestatte einmal den Ausdruck —, nicht gewollt hat; und weil sie das zweite, auch wenn sie gewollt, wohl nicht gekonnt hätte.

Gewiß hätte sie bei Insekten ohne weiteres Formen werden lassen können, bei denen ein Teil der Extremitäten zu Flügeln spezialisiert wäre. Ja, es muß sogar in hohem Maße auffallen, daß die Natur das nicht getan hat; denn gerade bei Arthropoden sind die Beine in so verschiedenartigster Weise ausgebildet, zu Geh-, Lauf-, Springbeinen, zu Grab-, Schwimm-,

Raubbeinen, zu Freßwerkzeugen usw. spezialisiert, daß man erstaunt sich fragen muß, warum denn die Natur nicht auch, wie bei den Wirbeltieren, die Extremitäten zu Flugbeinen spezialisierte. An einem Unvermögen der Natur hat das also sicher nicht gelegen.

Man wird nicht etwa einwerfen können, ontogenetische Gründe sprächen dafür, daß die Insekten von fußlosen Arten abstammten, es sei daher eine Umwandlung der früher noch gar nicht vorhanden gewesenen Beine in Flügel überhaupt unmöglich gewesen. Abgesehen davon, daß die Paläontologie bisher keinerlei Beweise für jene ontogenetische Auffassung bringt — was freilich bei der Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung durchaus nicht als Gegenbeweis gelten darf —, so entstehen ja die Flügel bei den Insekten nicht, wie bei den Wirbeltieren, schon im embryonalen Zustande, sondern erst sehr viel später. Erst nachdem die Metamorphose vollendet ist, beim geschlechtsreifen, fertigen, mit seinen Beinen versehenen Insekte, bilden sich die Flügel.

Man darf daher gewiß annehmen, daß dem auch in früheren Zeiten so gewesen sein wird, daß also bei Insekten die Beine zur eventuellen Umwandlung in Flügel auch damals der Natur zur Verfügung gestanden haben, aber von ihr eben nicht benutzt worden sind.

Doch wie verhält sich das bei den Wirbeltieren? Warum ist bei diesen keinem einzigen die Wohltat zuteil geworden, unter völliger Schonung der Extremitäten in den Besitz von Flügeln zu gelangen? Die entsprechende Antwort dürfte lauten: Weil die Natur hier (fast) nicht konnte, selbst wenn sie gewollt hätte.

Der Mensch freilich, in seiner künstlerischen Phantasie, hat das getan, indem er Idealgestalten wie Pegasus, den geflügelten Löwen von St. Marcus, die Engel, Psyche, Amor, als halbe Insekten darstellte, d. h. mit Flügeln auf dem Rücken, aber mit Säugetierleib. Unbewußt hat so der Künstler das, was oben als das im Prinzip Vollkommenste bei dem Streben nach Flugfähigkeit bezeichnet wurde, auch für Säuger in Anwendung gebracht; doch verfuhr er hierbei nicht konsequent.

Um die Rückenflügel in rasche Bewegung setzen und den schweren Leib damit heben zu können, würde es auch gewaltiger Muskelmassen bedürfen, welche zwischen den Flügeln, also auf dem Rücken, sich befinden müßten. Diese Muskeln wiederum müßten ihren Ansatz finden an einem entsprechend hohen, durch die Dornfortsätze fest verwachsener

Rückenwirbel gebildeten Kamme, welcher der Crista Sterni der Vögel entspräche. Derartiges zu schaffen, würde auch durchaus innerhalb des Bereiches der Möglichkeit für die Natur gelegen haben.

Das zeigt sich einmal in dem Sakralabschnitte der Wirbelsäule, wo doch die Verwachsung zweier oder mehrerer Wirbel die gewöhnlichste Erscheinung ist.

Das zeigt sich, noch weiter gehend, bei Panzertieren, wo bei *Panochthus* sogar fast alle Wirbel verwachsen sind; denn wenn hier auch die Wirbelkörper verschwanden, so bilden doch ihre oberen Bögen eine das Rückenmark schließende feste Röhre, auf welcher die Dornfortsätze zu einer entsprechend langen Crista verschmolzen sind.

Das zeigt sich endlich und vor allem einmal bei Vögeln, bei denen die Dornfortsätze der Rückenwirbel oft zu einem Kamm verwachsen sind; und zweitens zeigt es sich bei geologisch jüngsten Vertretern der Flugsaurier in der Kreidezeit. Hier, bei *Ornithocheiridae*, finden sich ebenfalls mehrere Wirbel in der Gegend des Schultergürtels fest verwachsen und ihre Dornfortsätze zu einer Crista verschmolzen, an welcher übrigens auffallenderweise die Scapula gelenkte. Hier haben wir also auf dem Rücken fliegender Wirbeltiere eine Skelettbildung, deren Wirkung derjenigen des Sternum und seiner Crista bei Flugvögeln gleichkommen konnte.

Es ist mithin ersichtlich, daß die Natur durchaus imstande gewesen wäre, diese eine der beiden Bedingungen zu erfüllen, welche die conditio für den Gebrauch derartiger Rückenflügel bei Wirbeltieren, wie die künstlerische Phantasie sie schuf, bilden mußten.

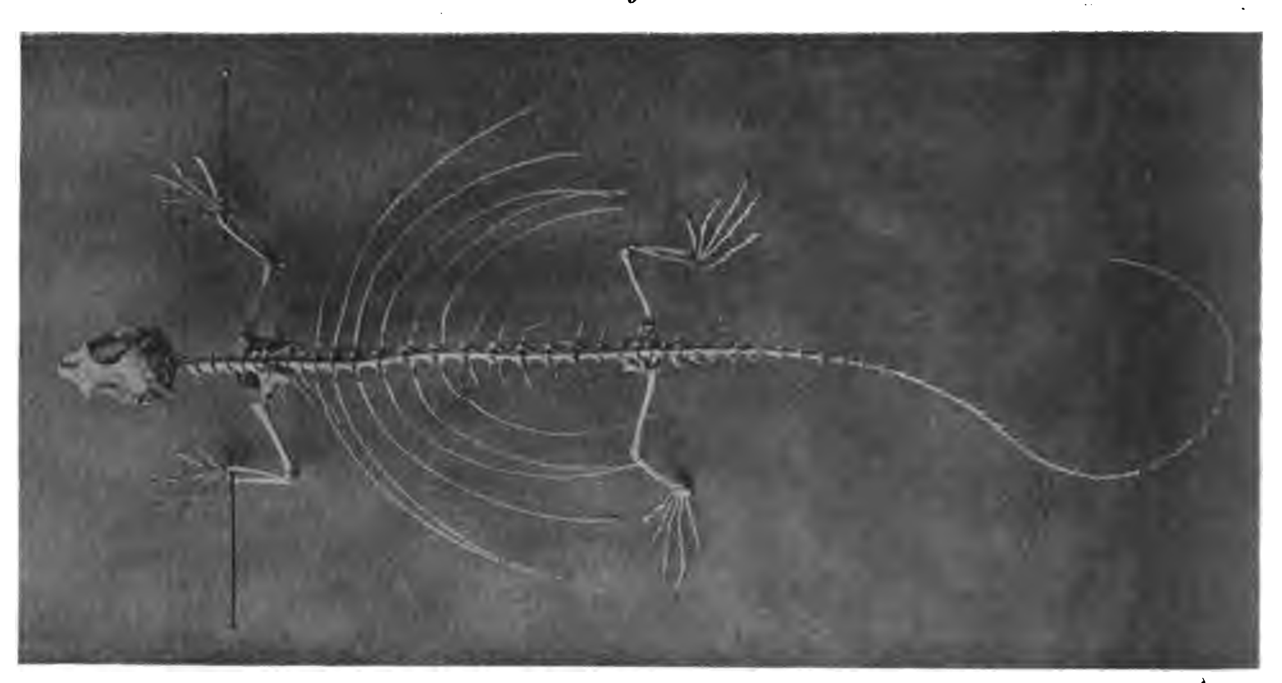
Ganz anders, sehr viel schwieriger steht es dagegen mit der Erfüllung der zweiten Bedingung zur Entstehung von Rückenflügeln bei Wirbeltieren unter Schonung der vorderen Extremität; denn auf dem Rücken von Wirbeltieren fehlt ja anscheinend jedes den Rückenplatten der Insekten entsprechende Gebilde, das sich zu Flügeln hätte entwickeln können, fehlen alle Knochen, die zu Stützen der Rückenflügelhaut hätten werden können.

Allerdings sehen wir bei Proboscidiern, daß es der Natur doch möglich gewesen ist, bei Säugetieren eine Extremität zu schaffen, ohne jeden dieselbe stützenden, inneren Knochen. Aber diese fünfte, unpaare Extremität, der Rüssel, vermag doch nur als Greiforgan zu dienen und

würde jeder Beanspruchung als Bewegungsorgan gegenüber versagen. Vollends aber würde es der Natur unmöglich sein, eine als Flugorgan dienende Extremität zu schaffen, ohne innere Stützen derselben.

Die Möglichkeit erscheint aber doch nicht völlig ausgeschlossen, daß die Natur stützende Knochen für Rückenflügel bei Wirbeltieren hätte beschaffen können. Unter den Eidechsen nämlich besitzt die Gattung *Draco* eine Hautduplikatur an den Seiten des Rumpfes zwischen Vorder- und Hinterextremität, welche das Tier beim Abspringen von erkletterten Punkten als Fallschirm benutzt. Sie wird durch fünf bis sechs abnorm verlängerte Rippen gestützt, wie das Fig. 5 zeigt.

Fig. 5.



Diese Rippen sind beweglich, denn sie können mit der Haut wie ein Fächer zusammengelegt werden. Es leuchtet ein, daß hier ein Weg, und zwar, wie mir scheint, der einzig denkbare, ersichtlich wird, auf welchem die Natur bei Wirbeltieren vielleicht zur Entwicklung von Rückenflügeln unter Schonung der Vorderextremität hätte gelangen können. Aber auch das nur unter so erschwerenden Umständen, daß es verständlich wird, wenn wir sehen,

daß die Natur diesen Weg zwar betrat, aber nicht bis zum Ziele verfolgte. Unter diesen »erschwerenden Umständen« verstehe ich weniger die Notwendigkeit, daß die Rippen noch hätten verlängert werden müssen, um eine genügende Größe der Flughaut zu ermöglichen; denn eine solche Verlängerung der Rippen würde sich bei dem Gebrauch der Flügel gewiß leicht herausgebildet haben; das beweisen uns die Flugsaurier und die Fledermäuse, bei denen die Länge des bzw. der Flugfingerknochen bedeutend variiert.

Viel mehr gilt das »Erschwerende« von der Notwendigkeit, bei einem Gebrauch als Flugorgan diese Flughaut, und damit die sich stützenden Rippen, ganz von dem Rumpfe loszulösen. Die Flughaut läuft jetzt nur als ein Saum an den Seiten des Rumpfes dahin, ist daher auch nur durch die distalen Hälften der Rippen gestützt, während die proximale Hälfte der letzteren im Rumpf steckt und diesen stützt. Wenn sich nun hieraus ein brauchbarer, großer Flügel hätte entwickeln sollen, so würde die Hautduplikatur sich schließlich bereits an und längs der Wirbelsäule von dem Rumpf getrennt haben müssen, so daß sie jederseits der Wirbelsäule in Form eines breiten Hautlappens über dem Rumpf und diesen weit überragend gelegen hätte. Auch das wäre indessen noch ganz im Bereich der Möglichkeit gewesen, wie uns die Bildung wenn auch kleinerer Hautlappen an anderen Stellen des Körpers, z. B. am Kopfe des Chamäleons, beweist.

Von Interrsse ist übrigens die Anschauung — aber nicht der Beweis — Willistons, daß bei Nyctosaurus, also einem pteranodonten Flugsaurier, die hinteren Rippen, welche dünn und fast gerade sind, nicht die Bauchhöhle umschlossen, sondern wie bei Draco seitwärts gerichtet waren, um das Patagium zu stützen[1].

Das Schwierigste aber würde für die Natur darin gelegen haben, daß eine so vergrößerte Flughaut nun auch die Rippen schon von der Wirbelsäule an zu ihrer Stütze notwendig gebraucht hätte. Die Rippen müßten daher bereits nahe ihrer Gelenkungsstelle an den Wirbeln den Rumpf verlassen haben und in die Hautduplikatur eingetreten sein. Damit aber würde der schwere Rumpf des Wirbeltieres der Stütze und Festigkeit, welche die Rippen ihm verleihen, und welcher ganz besonders der Rumpf eines Wirbeltieres beim Fliegen bedarf, beraubt worden sein.

---

[1] Geological Magazine 1904, S. 59.

In diesen Verhältnissen und Schwierigkeiten mag es begründet sein, daß die Natur diesen einzig möglichen Weg, auf welchem für Wirbeltiere das Ideal der Flugfähigkeit: Bildung von Rückenflügeln unter völliger Schonung aller Extremitäten, erreichbar sein könnte, zwar betreten konnte, indem sie Draco entstehen ließ; daß sie aber gezwungen war, auf halbem Wege, ohne das Endziel zu erreichen, stehenzubleiben.

So scheint die im Prinzip höchste Methode der Erwerbung von Flugfähigkeit nur bei den Insekten möglich, bei den durch ein inneres Skelett beschwerten Wirbeltieren aber unmöglich zu sein.

Auch innerhalb der Wirbeltiere ist der Weg[1], auf welchem sie das Flugvermögen erwarben, anscheinend ein zweifacher gewesen. Den einen gingen die Hautflieger, d. h. Fledermäuse und Flugsaurier, den anderen die Federflieger, die Vögel.

Bei Fledermäusen und ausgestorbenen Flugsauriern hat die Natur die Flugfähigkeit mit genau demselben Mittel erreicht, auf dem gewisse Wirbeltiere wie Krokodile, Frösche, Schwimmvögel usw. ihre Schwimmfähigkeit erlangten bezüglich dieselbe doch verstärkten. Wie bei diesen schwimmenden Tieren zwischen den Zehen eine Hautduplikatur, bestehend aus der dorsalen und ventralen Haut, sich entwickelte, genau ebenso bildete sich bei jenen fliegenden die Flughaut zwischen den Zehen bezüglich Fingern. Die Sache, die Methode, ist also ganz dieselbe und der Unterschied liegt lediglich in dem Medium, in dem sie sich bewegen. Mit Hilfe dieser Hautduplikatur schwimmen die einen in der Luft, die anderen in bzw. auf dem Wasser. (Siehe S. 6.)

Aus der Verschiedenheit des Mediums mußte sich aber auch eine Verschiedenheit der Schnelligkeit ergeben, mit welcher das Ziel von beiden Gruppen mittels der gleichen Methode erreicht wurde. Das Schwimmvermögen mußte ein viel früher leichter Erreichbares sein, weil in dem dichten Medium des Wassers bereits eine kleine Flächenentwicklung der Hautduplikatur genügte, um das Tier kräftig vorwärts zu rudern. In dem so dünnen Medium der Luft dagegen mußte erst eine fast ungeheuerliche Flächenentwicklung dieser Hautduplikatur erreicht werden, bevor das Tier mit ihrer Hilfe durch die Luft rudern und sich

[1] Vgl. Anmerkung 2 auf S. 6.

gleichzeitig in dieser schwebend erhalten konnte. Entsprechend dieser gewaltigen Flächenentwicklung der Haut mußten natürlich auch die diese stützenden Fingerglieder bis zur Monstrosität verlängert werden.

Am stärksten springt diese Übereinstimmung des Mittels bei Hautschwimmern und Hautfliegern in die Augen, wenn wir von letzteren die



Fig. 6.



Fledermäuse betrachten. Abgesehen von dem kurzbleibenden bekrallten Daumen[1], verlängerten sich hier alle vier übrigen Finger bis zum Exzeß, aber in der Weise, daß nicht so sehr ihre Phalangen, als vielmehr ihre Metacarpalia gewaltig lang wurden. Zudem spreizten auch die Finger bis zur Handwurzel auseinander, so daß die Flughaut, das Chiropatagium, bis an die Handwurzel hin sich zwischen ihnen ausdehnte.

[1] Eine Kralle findet sich übrigens bei frugivoren Fledermäusen auch noch am zweiten Finger, obgleich dieser in den Dienst der Flughaut mit hineingezogen ist.

Hier, bei Fledermäusen, haben wir also den Schwimmfuß ins Große übersetzt, auf die Hand übertragen und als Flugorgan benutzt, wobei freilich die Bewegungen, die mit diesem Organe ausgeführt wurden, andere sein mußten als die des Schwimmfußes bei den genannten Tieren.

Zugleich mit den Metacarpalien wurde dann aber auch noch der Unterarm verschieden stark verlängert, und das Brustbein erwarb eine Crista zum Ansatze der erforderlichen starken Muskeln; die Flughaut wuchs ins Ungeheuerliche.

Eine noch so gewaltige Entwicklung der Handflughaut allein konnte ja bei weitem noch nicht genügen, um das Tier durch das dünne Medium der Luft zu rudern und zu tragen. Es bedurfte dazu einer Verbreiterung des Chiropatagiums durch das, zwischen kleinem Finger und Rumpf sich ausdehnende Plagiopatagium. Dazu trat, zwischen Hals und Handwurzel und über Ober- und Unterarm sich erstreckend, das Propatagium; und zwischen Beinen und Schwanz bildete sich das in seiner Größenausdehnung sehr wechselnde Uropatagium.

Anders bei den Flugsauriern. Hier war die Ähnlichkeit mit einem vergrößerten Schwimmfuße, die bei Fledermäusen so deutlich in die Augen springt, stark verzerrt. Fig. 7 zeigt einen *Rhamphorhynchus* und einen *Pterodactylus*, bei denen die Länge der Flugknochen im richtigen Verhältnisse gezeichnet ist. Pro- und Uropatagium sind nur vermutet, nicht erwiesen.

Im Gegensatze zu den Fledermäusen blieb der größte Teil der Hand unvergrößert. Der Daumen ging ganz verloren, nur sein Metacarpale blieb anscheinend erhalten und ward zum Spannknochen des Propatagiums. Der 2., 3. und 4. Finger aber, mit starken Krallen versehen, blieben unverändert, unvergrößert. Lediglich der 5. Finger[1] mit seinen 4 Phalangen vergrößerte sich ins Ungemessene hinein und bildete, indem die 4 Phalangen

[1] Ob der Flugfinger der Pterosaurier wirklich, wie Williston jetzt wieder will (Geological Magazine. 1904. S. 59), nicht den 5., sondern den 4. Finger darstellt, wird sich auf Grund der Phalangenzahl desselben und der anderen Finger nicht endgültig entscheiden lassen. Sollte es der Fall sein, so würde es für obige Betrachtung ohne Belang sein; es hieße dann 4. anstatt 5. Finger.

Ebenso ist es hierfür auch belanglos, ob der »Spannknochen« dem Daumen angehört oder eine selbständige Verknöcherung bildet; die Frage des Vorhandenseins eines Propatagiums wird dadurch weder im bejahenden noch im verneinenden Sinne definitiv gelöst. Aber sehr wahrscheinlich ist es doch wohl, daß der Knochen einen Zweck hatte und dieser deutet dann auf ein Propatagium hin.

ziemlich fest miteinander verbunden wurden, gleichsam eine riesige Schiffsrahe, an welcher, gleich einem dreieckigen, sogenannten lateinischen Segel, die Flughaut befestigt war.

Die Hauptgelenkungsstelle dieser Flughand lag auch nicht, wie bei den Fledermäusen, in der Handwurzel, sondern zwischen 1. Phalange und dem Metacarpale des Flugfingers. Zu dem Zwecke besaß das Metacarpale

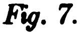
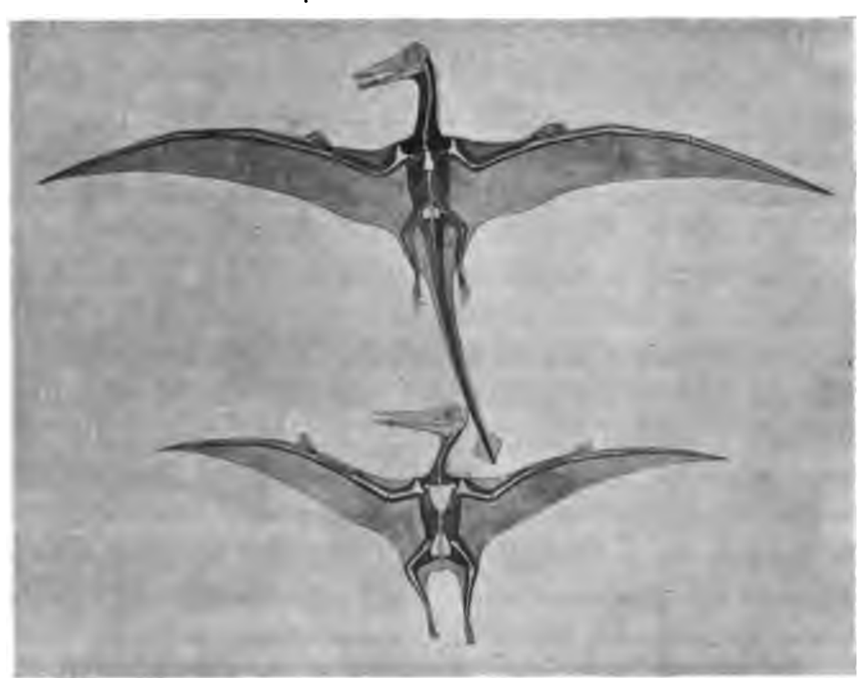


Fig. 7.



distal eine tief ausgefurchte Rolle, an welcher die 1. Phalange gelenkte; und diese Phalange trug umgekehrt an ihrem proximalen Ende einen Fortsatz, der in eine entsprechende Vertiefung des distalen Metacarpale hineinpaßte, ähnlich wie das Olecranon der Ulna in die Fossa Olecrani des distalen Humerus faßt, um so ein Umkippen des Flugfingers nach oben zu verhindern.

Auch die Haltung der Hand während des Fliegens war bei Flugsauriern eine völlig andere als bei Fledermäusen. Zwar die Schlagbewegung aus dem Schultergelenk mit dem ganzen, ziemlich steifen Arme ausgeführt, mußte notwendigerweise bei allen Hautfliegern dieselbe wie bei

den Federfliegern sein, nämlich eine unter der Brust zusammenschlagende. Wenn wir des besseren Vergleiches halber von der in drei Akte geteilten menschlichen Schwimmbewegung ausgehen, bei der unter 1 das Gleiten der horizontal gestellten Hand über das Wasser, bezüglich in demselben, verstanden wird, unter 2 das senkrechte Hinabdrücken und schließliche Zusammenschlagen der Hände unter der Brust, unter 3 das Vorstoßen der Hände bzw. Arme — so entspricht die oben erwähnte Schlagbewegung beim Fliegen ganz der hier unter 2 bezeichneten, mit der wir unseren Körper im Wasser heben.

Aber die Handstellung ist bei allen drei Gruppen eine verschiedene. Wir halten beim Schwimmen die Hand mit gestreckten Fingern geradeaus gerichtet, so daß ihre Längsachse mit der des Armes zusammenfällt. Die Flugsaurier hielten beim Fliegen die Hand ähnlich wie wir beim Schwimmen. Aber da der 2., 3. und 4. Finger mit dem Fluggeschäfte hier nichts zu tun hatten, so waren sie vermutlich leicht gekrümmt; die Übereinstimmung in der Haltung der Hand bezieht sich daher nur auf den Kleinen, den Flugfinger, der in seiner riesigen Länge ungefähr die Verlängerung des Unterarmes bildete; nur ungefähr, da er vermutlich etwas nach aufwärts gerichtet war.

Ganz anders ist dagegen die Handstellung bei den Fledermäusen. Hier ist die Hand nicht in der Verlängerung des Unterarmes gestreckt, sondern nach unten gebogen dergestalt, daß der kleine Finger ungefähr einen Rechten mit der Längsachse des Unterarms bildet: eine Stellung, welche wir nur mit einigem Zwange anzunehmen vermögen und welche die Flugsaurier wohl gar nicht annehmen konnten. Der kleine Finger hat also bei Fledermäusen gegenüber den Flugsauriern eine um mehr als 90 Grad voneinander geschiedene Stellung. Auch darin zeigt sich ein Unterschied, daß bei den Fledermäusen die Metacarpalia es ganz besonders sind, welche sich an der Verlängerung der Flughand beteiligen, wogegen bei den Flugsauriern das Metacarpale des 5. Fingers bei dem größten Teile derselben kurz bleibt und nur bei einem kleinen Teile sich gleichfalls verlängert.

Ein schließlicher sehr wichtiger Unterschied zwischen beiden Gruppen von Hautfliegern besteht darin, daß die Fledermäuse keine hohlen Knochen besitzen, so daß die Last des zu hebenden Körpers hier also eine etwas größere bleibt. Bei den Flugsauriern dagegen sind, ganz wie bei den

Vögeln, die Knochen meistenteils hohl; ja bei den gewaltigsten Formen, denen der Kreidezeit, war ihre Wandung zum Teil bis fast zur Papierdünne reduziert.

Da nur ein einziger Flugfinger vorhanden war, so ging bei den Flugsauriern das Chiropatagium ohne Grenze in das Plagiopatagium über. Bekanntlich ist dasselbe nur in seltenen Fällen im Abdruck erhalten; das Berliner Museum hat neuerdings eins dieser seltenen Exemplare aus dem lithographischen Schiefer erworben. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit werden wir aber auch, wie bei Fledermäusen, das Vorhandensein eines Propatagiums annehmen dürfen, wenngleich ein Abdruck desselben auffallenderweise bisher noch unbekannt ist; denn das Pteroideum, der Spannknochen, welcher bei einer großen Zahl von Flugsauriern gefunden wurde, kann wohl nur die eine Bedeutung gehabt haben, ein vorhandenes Propatagium zu stützen. Vorsicht ist indessen hierin immer noch geboten.

Ob dagegen auch ein Uropatagium bei den Flugsauriern vorhanden war, entzieht sich bisher ganz einem sicheren Urteil. Bei den langschwänzigen Rhamphorhynchiden müßte das Uropatagium entweder nur den oberen Teil des Schwanzes umfaßt haben, oder aber sich in Form eines immer schmaler und schmaler werdenden Hautsaumes bis an die Schwanzspitze erstreckt haben. Nie aber hat man bisher auch nur eine Spur eines Abdrucks des Uropatagiums bemerkt; obgleich doch der, durch die verkalkte Scheide steife, überaus lange Schwanz so vollkommen bei vielen Exemplaren erhalten ist, daß man auch hier erwarten müßte, den Abdruck eines Hautsaumes am Schwanze einmal zu finden, wenn er überhaupt vorhanden gewesen wäre. Das, was Marsh als Schwanzsegel bei *Rhamphorhynchus phyllurus* (Fig. 7) uns kennen gelehrt hat, kann man jedenfalls nicht als Uropatagium bezeichnen, denn seine Fläche steht senkrecht zur Fläche des Patagiums, nicht aber parallel mit letzterer, wie das bei einem echten Uropatagium der Fall sein müßte. Mit Sicherheit geht diese senkrechte Stellung des Schwanzsegels bei *Rh. phyllurus* aus seinen, wenn auch nur knorpligen Stützen hervor, welche oberen und unteren Dornfortsätzen, mindestens ihrer Lage nach, entsprechen. Nur um es überhaupt sichtbar zu machen, muß man, fälschlich, dieses »Schwanzsegel« so zeichnen, als ob es mit dem Uropatagium in einer Ebene liege.

Es könnte ohne weiteres recht zweifelhaft erscheinen, daß ein einziger, so bis zum Exzeß verlängerter Flugfinger, zumal da seine Knochen hohl

waren, fest genug, also praktisch gewesen wäre, um hohen Anforderungen an Flugfähigkeit zu entsprechen. Wir stehen indessen vor der Tatsache, daß die Flugsaurier mindestens von der oberen Trias an durch Jura und Kreidezeit hindurch bestanden und sich sogar in der letzteren zu Riesengestalten entwickelt haben, deren Flügelspannweite bis auf 26 Fuß angegeben wird. Mithin muß doch wohl diese Art des Flugmechanismus, mindestens ziemlich praktisch gewesen sein. Für hohe Flugfähigkeit sogar scheint sodann der weitere Umstand zu sprechen, daß ihre Flughaut lang, schmal, spitz zulaufend war, also eine Form hatte, wie sie die guten Flieger heute unter Vögeln wie unter Fledermäusen, selbst Schmetterlingen, besitzen. Endlich könnte auch die hohle Beschaffenheit ihrer Knochen eher dafür als dagegen sprechen, daß die Flugsaurier, zum Teil wenigstens, ein bedeutenderes Flugvermögen besessen haben.

Trotz alledem aber will ein solcher Schluß doch nicht als ganz gesichert erscheinen. Die Fledermäuse, obgleich wenigstens zum Teil ziemlich gute Flieger, haben dennoch keine hohlen Knochen; und umgekehrt, unter den Vögeln geht das Erscheinen der Pneumatizität der Knochen nicht unbedingt mit guter Flugfähigkeit Hand in Hand, da diese auch mit durch die Körpergröße bedingt wird. Die Dinosaurier endlich, die gar nicht fliegen können, besitzen trotzdem hohle Knochen. Dieses Merkmal ist also wohl nicht entscheidend.

Maßgebend jedenfalls dürfte für die Beurteilung dieser Frage aber auch der Umstand sein, daß das Sternum der Flugsaurier zwar einen langen, nach oben gerichteten Fortsatz besaß, an welchen sich zweifelsohne die Flugmuskeln anhefteten; daß aber selbst bei den größten Formen eine eigentliche Crista Sterni, wie sie die Flugvögel und selbst die Fledermäuse, wenn auch in geringerem Maße, besitzen, durchaus fehlte. Daraus geht doch mit zwingender Notwendigkeit zunächst soviel hervor, daß die Muskelmasse, welche sich an diesen Fortsatz des Sternums bei Flugsauriern heftete, unmöglich eine relativ ebenso riesige gewesen sein kann, wie die, welche sich an die Crista Sterni bei gleichgroßen guten Fliegern unter den Vögeln ansetzt. W e n n m a n m i t R e c h t d e n F l u g v o g e l e i n e n f l i e g e n d e n M u s k e l n e n n e n k o n n t e , d e n F l u g s a u r i e r n w ü r d e s i c h e r e i n e s o l c h e B e z e i c h n u n g n i c h t z u t e i l w e r d e n d ü r f e n. Mit der geringen Masse der Flugmuskeln aber muß, ceteris paribus, ganz notwendig auch das Flugvermögen ein geringeres gewesen sein.

Davon ganz unabhängig wird selbstverständlich bei den Flugsauriern das Flugvermögen auch mit der Körpergröße ein verschiedengradiges gewesen sein, da diese zwischen den winzigen Dimensionen eines Sperlings und den riesigen der Kreideformen schwankte, welche unsere gewaltigsten heutigen Vögel an Größe noch übertreffen.

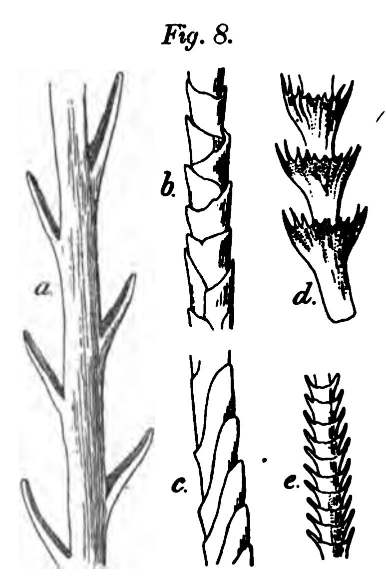
Ganz verschwunden erscheint die Ähnlichkeit zwischen Flug- und Schwimmhand, bezüglich Schwimmfuß, bei den Vögeln. Bei diesen fehlen der 4. und 5. Finger überhaupt gänzlich, und der Daumen ist zu einem Stummel reduziert; die Flughand wird mithin wesentlich nur durch die distal verwachsenen 2. und 3. Finger gebildet. Aber auch an diesen sind, wie bei Fledermäusen, die Phalangen klein, die Metacarpalia dagegen vergrößert. Auch ist, wie bei Fledermäusen und Flugsauriern, der Unterarm gegenüber dem Oberarme beträchtlich verlängert: eine Übereinstimmung, die immerhin hervorzuheben ist, weil sie offenbar für das Flugvermögen einen Vorteil darbietet. Während so schon das Knochengerüst gewisse Unterschiede der Federflieger gegenüber den Hautfliegern zeigt, besteht ein noch augenfälligerer Unterschied darin, daß die Funktion der Flughaut hier ausgeübt wird durch Federn. Das scheint laut dafür zu sprechen, daß der Weg, den die Federflieger beim Erwerbe ihres Flugvermögens gingen, ein ganz anderer gewesen ist als derjenige, den die Hautflieger zurücklegten. Und doch könnte das vielleicht nur scheinbar sein; denn wenn wir das Federkleid entfernen, so zeigt sich, wie jedes gerupfte Huhn erkennen läßt, bei den Vögeln eine dem Propatagium gleichende Hautduplikatur, sogar in ähnlich starker Entwicklung wie bei den Hautfliegern, und unterhalb des Oberarmes ist gleichfalls, wenigstens die Andeutung einer dem Plagiopatagium gleichenden Hautduplikatur deutlich erkennbar.

Es fragt sich daher, ob bei den Vögeln diese Hautfalten bedeutungslos, oder ob sie nur die letzten Reste eines, bei den Vorfahren der Vögel vorhanden gewesenen wirklichen, aber weit ausgedehnteren Patagiums sind. Sollte dem so sein, dann würde der Unterschied zwischen dem Wege oder Mittel, welche bei Hautfliegern und den, welche bei Federfliegern zum Erwerbe des Flugvermögens führten, nur ein scheinbarer sein. Die auffallende Befiederung, welche für die Federflieger ein so völlig anderes Aussehen bedingt als für die Hautflieger, sänke dann zu einem in Wirklichkeit nebensächlichen, erst später entstandenen Unterscheidungsmerkmale herab. Die Federflieger hätten dann ebenfalls begonnen als Hautflieger; anstatt der

Haare aber hätten sich auf ihrer Haut allmählich Federn ausgebildet, und damit wäre die nun unnütz gewordene Hautduplikatur bis auf kleine Reste allmählich reduziert worden.

Eine solche Entstehung von Federn wird vielleicht einleuchtender durch die Betrachtung der absonderlichen Gestalten, welche die Haare der Fledermäuse besitzen (Fig. 8)[1]. Wesentlich ist zwar nur der eigentliche Körper derselben behaart, aber auch ihre Flughaut trägt, besonders in der Nähe des Körpers, am Uropatagium auch bisweilen bis zur Mitte hin, Haare. Diese Haare nun sind bei Fledermäusen ganz eigenartig gestaltet: schuppig, wie mit Widerhaken besetzt, wie aus ineinandersteckenden Tüten gebildet, deren Ränder jedoch ebenfalls weit abstehen; am auffallendsten bei Phyllorhina, wo sie Schachthalmen mit quirlförmigen, abstehenden Ästen gleichen. Zwar sind das nur mikroskopisch sichtbare Verhältnisse; aber Größe ist etwas Relatives und wenn schon Haare solche an Federn erinnernde Gestalten annehmen können, so leuchtet es um so leichter ein, daß anstatt der Haare bzw. Schuppen überhaupt Federn sich bilden konnten. Die Ursache einer solchen Bildung ist freilich damit nicht erklärt; aber angesichts jener an Federn erinnernden Gestaltung von Haaren bei Fledermäusen entsteht die Frage, ob es nicht bedeutungsvoll ist, daß gerade bei fliegenden Tieren sich eine so eigenartige Gestaltung der Haare herausgebildet hat; ob also eine solche Gestaltung der Haare etwa mit dem Fliegen in irgendeinem Zusammenhange stehen könnte, so daß dann auch die Entstehung von Federn durch das Fliegen sich erklären könnte.

Fig. 8.



Umgekehrt wieder wird diese Vorstellung vervollständigt durch die Betrachtung der langen, ganz dünnen, völlig wie Haare mit aufgespaltener Spitze aussehenden Fadenfedern, die man ebenfalls leicht an jedem gerupften Huhn beobachten kann.

[1] Fig. 8 ist entnommen aus C. Koch, Das Wesentliche der Chiropteren. Jahrb. d. Vereins f. Naturk. im Herzogt. Nassau, 1865, Taf. II.

Wären nun in solcher Weise die Vögel wirklich ursprüngliche Hautflieger, so würde es nur zwei prinzipiell verschiedene Mittel oder Wege geben, durch die oder auf denen die Natur Flugvermögen erworben hätte: die der Insekten und die der Wirbeltiere. Irgendwelche sicheren Anhaltspunkte dafür, daß die Vögel als Hautflieger begonnen haben könnten, liefern indessen weder die Paläontologie noch die Ontologie der heutigen Vögel. Wenn aber die allgemeine Annahme richtig sein sollte, daß die fliegenden Tiere aus Fallschirmtieren sich entwickelt haben, dann müßten ja notwendig auch die Federflieger als Hautflieger begonnen haben. Wer alle Flieger auf Fallschirmtiere zurückführt, der sagt damit, daß auch die Federflieger solcher Entstehung sind.

Eine Beweiskraft wohnt indessen einem solchen auf die allgemeine Annahme sich gründenden Schlusse keineswegs bei; und wenn oben gesagt wurde, daß selbst jedes Huhn die Spuren von patagiumähnlichen Hautfalten deutlich erkennen lasse, so muß man ebenso geltend machen, daß auch der Mensch Spuren einer solchen Hautduplikatur zwischen den Fingern und unter den Armen besitzt, ohne daß man diese doch mit einer ehemaligen Flughaut in Beziehung bringen würde.

Trotz der Verschiedenartigkeit dieser beiden von der Natur befolgten Methoden zeigen übrigens die Flügel dieser Hautflieger und die der Insekten doch auch Übereinstimmendes: ganz nämlich wie bei den Hautfliegern die Flughaut aus einer dorsalen und einer ventralen Hautfläche gebildet ward — denn zweifellos mußte bei den ausgestorbenen Flugsauriern doch ebenfalls eine Hautduplikatur vorhanden gewesen sein — und noch wird, so besteht auch der Flügel der Insekten aus einer oberen und einer unteren Hautfläche, die am Rande ringsum verwachsen; wenn auch mit dem Unterschiede, daß diese Häute bei Insekten zum Teil mehr oder weniger verhärten, indem sie chitinisieren.

Auch eines Stützgerüstes bedürfen diese Flügel der Insekten natürlich ebenso wie die der Hautflieger; nur daß dieses hier und dort aus sehr verschiedenartigem Materiale besteht. Bei den Wirbeltieren konnte die Natur die bereits vorhandenen Hand- und Armknochen, nur verlängert, dazu verwenden. Bei den Insekten war sie gezwungen, ein Stützgerüst aus starken, hohlen Chitinrippen erst zu bilden, indem sie, ähnlich den Rippen der Blätter, auf langgestreckten, sich oft verzweigenden Linien eine

stärkere Chitinisierung der Flughaut bewirkte; wobei dann diese Rippen gleichzeitig noch anderen Zwecken, zur Aufnahme von Blutflüssigkeit, Nerven und Tracheen dienstbar wurden.

Die Insekten gehören also eigentlich gleichfalls zu den Hautfliegern; und so ergibt sich, daß wir zwei Gruppen der letzteren unterscheiden müssen:

Hautflieger der Wirbeltiere, deren Stützgerüst aus Knochen, aus der bereits vorhanden gewesenen, nur umgewandelten Vorderextremität besteht. Das sind Flugsaurier und Fledermäuse;

Hautflieger der Wirbellosen, deren Stützgerüst aus zu diesem Zwecke erst sich bildenden Chitinadern besteht; hier entsteht aber die Flughaut in Form von seitlichen Fortsätzen der Rückenplatten. Das sind die Insekten.

Sollten nun gar — was freilich ganz in der Luft schwebt — auch die Federflieger ursprünglich Hautflieger gewesen sein, bei denen die Flughaut durch die in ihr wachsenden Federn nur mehr und mehr verdrängt wurde, dann würde sich ergeben, daß die Natur bei Landtieren ein Flugvermögen überhaupt nur, wenigstens ursprünglich, durch Bildung einer Flughaut hätte hervorrufen können. Mit anderen Worten: es gäbe dann eigentlich überhaupt nur Hautflieger. Und nur darin sei die Natur verschiedene Wege gewandelt, daß erstens der Ursprung der Flughaut, zweitens und vor allem aber derjenige ihres Stützgerüstes und damit der so überaus folgenschwere Eingriff in die Gehorgane, bei Landwirbeltieren und Insekten diametral verschiedenartig gewesen wären; und daß endlich bei Vögeln die Funktion der Haut durch Hautgebilde übernommen wurde.

Andernfalls hätte die Natur gleich von Anfang an zwei verschiedene Methoden, wenn ich einmal so sagen darf, befolgt: die eine bei Haut-, die andere bei Federfliegern.

Viel mannigfacher jedenfalls sind die Mittel, mit denen bei Wassertieren das »Fliegen« in bzw. auf dem Wasser erlangt wurde. Zunächst ebenfalls durch Bildung einer Haut zwischen den Zehen, wie z. B. bei Schwimmvögeln, Krokodilen usw. Auch die Flossen der Fische bestehen ja aus einer Haut, deren Stützorgane durch gegliederte Strahlen oder feste Stacheln gebildet werden; indessen die Fortbewegung der Fische wird doch wesentlich nicht durch die paarigen Flossen, sondern durch ein ganz

anderes Mittel, schlängelnde Bewegungen des hinteren Teiles der Wirbelsäule und damit auch der Schwanzflosse, bewirkt.

Ganz anderer Art ist das Mittel, welches unter den Muscheln die Gattung Pecten anwendet, indem sie durch Auf- und Zuklappen der Schalen, und zwar mit dem Schloßrande bzw. den Ohren nach hinten, dem Unterrande nach vorn[1] schwimmt. Andere Mollusken, Cephalopoden, schwimmen durch ein absolut anderes Mittel, indem sie stoßweise Wasser aus ihrem Mantelraume durch ihren Trichterfuß hindurchdrücken. Wieder andere Mollusken, Pteropoden, schwimmen, indem sie mittels zweier am Kopfe stehender muskulöser, flügelförmiger Flossen schlagende Bewegungen ausführen. Da diese Flossen als ein paariger Fuß aufzufassen sind, so schwimmen sie also eigentlich mit Hilfe ihres Fußes. Ganz ebenso schwimmen andere Schnecken, wie *Ancillaria* und *Oliva*, mit Hilfe ihres einteiligen Fußes, der aber hier nicht am Kopfe steht; abermals andre Mollusken, die Heteropoden, schwimmen zwar ebenfalls mit Hilfe ihres Fußes, mehr aber doch mit der ihres ganzen Körpers, indem sie, den Rücken nach unten, den Bauch nach oben, den ganzen Körper hin und her schlagen.

Zahlreiche im Wasser lebende Wirbellose schwimmen, oft freilich nur im Larvenzustande, indem sie mit ihren Flimmerhaaren rasche, flimmernde Bewegungen ausführen. Unter den Ascidien vermögen einige zu schwimmen, indem sie (Appendikularien) mit ihrem peitschenförmigen Ruderschwanze schlängelnde Bewegungen ausführen.

So zeigt bereits eine oberflächliche Betrachtung, daß die Art und Weise des »Fliegens im Wasser« (S. 6) eine viel verschiedenartigere ist als die des Fliegens in der Luft.

Demgemäß gibt es auch die verschiedensten Vollkommenheitsgrade dieser Fortbewegungsfähigkeit im Wasser. Diese kann schließlich herabsinken bis zu dem denkbar tiefsten Grade dieser Fähigkeit; denn gegenüber jenen aktiven Schwimmern gibt es bei den wirbellosen Wassertieren auch zahlreiche solche, die nur passiv schwimmen. Diese sind zwar nicht an den Boden gefesselt, treiben aber nur mehr oder weniger willenlos auf oder in dem Meere schwimmend dahin. Das ist ein so niedriges Stadium der »Flugfähigkeit im Wasser«, wie es bei der Flugfähigkeit in der Luft

[1] Compt. rend. T. 143 1906 S. 611.

überhaupt nicht möglich ist, weil das spezifische Gewicht der Luft dazu ein zu geringes ist; denn das Schweben der Vögel, welches diesem (dauernden) Stadium im Wasser vergleichbar wäre, ist doch nur ein vorübergehendes Moment.

Wenn wir nun die Frage aufwerfen, welcher der geschilderten Wege zur Erlangung des Flugvermögens von der Natur zuerst beschritten wurde, so ist diese Frage an der Hand der paläontologischen Erfunde scheinbar leicht zu beantworten. Sie stößt indessen auf die große Schwierigkeit, daß wir nicht sicher wissen, ob die wirkliche Reihenfolge, in welcher die Flugfähigkeit der verschiedenen Tiergruppen nacheinander entstanden ist, ohne weiteres übereinstimmt mit der uns bis jetzt bekannten geologischen Altersfolge der fliegenden Tiere; denn jeder neue Fund kann ja diese Altersfolge umstoßen. Es läßt sich daher alles darüber zu Sagende nur als »anscheinend« sagen.

Stützen wir uns also, wie ja nicht anders möglich, auf das, was bisherige Funde uns lehren, so zeigt sich, daß von der Natur anscheinend zuerst der Weg beschritten wurde, welchen ich als den im Prinzip vollkommensten bezeichnet habe, weil hier das Flugvermögen erworben wurde, ohne daß die Geh- bzw. Greifwerkzeuge in Zahl und damit in Bewegungsfähigkeit eine Einbuße erlitten (S. 9). Das ist der Fall bei den Insekten. Schon im Devon[1], besonders aber im Karbon finden wir eine große Mannigfaltigkeit geflügelter Insekten, welche bereits in ganz derselben Weise, wie die heute lebenden, ihre Flügel entwickelt zeigen.

Anscheinend erst sehr viel später, zur Zeit der oberen Trias, sehen wir die Natur jenen anderen Weg zur Erlangung des Flugvermögens beschreiten, auf welchem die Tiere diese neue Gabe so teuer erkaufen mußten, durch den Verlust der Hälfte ihrer Gehbzw. Greifwerkzeuge und damit viel mehr als der Hälfte ihrer Gehfähigkeit. In der genannten Zeit treten uns bekanntlich zuerst die Hautflieger, und zwar zunächst in Gestalt der Flugsaurier, entgegen; erst sehr viel später dann, mit Beginn des Tertiär, in Gestalt der Fledermäuse. Sollte freilich Matschie Recht haben[2], wenn er den als Mikrolestes bezeichneten

[1] Die vermeintliche *Palaeoblattina* aus dem Silur ist kein Insekt, sondern die Wange eines asaphiden Trilobiten. Agnus in Compt. rend. 1904, S. 398.

[2] Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1899, S. 30.

Zahn aus dem Rät nicht als den eines Beuteltieres, sondern als den einer Fledermaus bestimmt wissen will, dann würden allerdings die Fledermäuse zu genau der gleichen Zeit mit den anderen Hautfliegern, den Flugsauriern, vor unserem Auge erschienen sein.

Es scheint indessen gewagt, diesen Zahn, trotz seiner allerdings unleugbaren Ähnlichkeit mit dem einer Megachiroptere, als einen Fledermauszahn zu erklären. Einmal deswegen, weil wir Zähne desselben allgemeinen multituberkulaten Typus bei *Tritylodon* Südafrikas noch in ihrem Schädel sitzend finden, welcher jedenfalls nicht derjenige einer Fledermaus gewesen ist; von Seeley wird er sogar als einem Reptil zugehörig betrachtet. (Freilich läßt sich gegen einen solchen Einwurf geltend machen, daß bei *Tritylodon* drei Höckerreihen vorhanden sind, bei *Mikrolestes* nur zwei, und daß auch die Höcker bei ersterem gleichmäßiger und regelmäßiger sind als bei letzterem, wo das eigentlich Höcker- oder Zitzenförmige keineswegs so stark ausgebildet ist.) Zweitens deswegen, weil die bisher bekannten fossilen Fledermäuse sämtlich nur zu den Mikrochiropteren gehören. Somit würde *Mikrolestes* überhaupt der einzige Vertreter der fossilen Makrochiropteren sein (was zwar nicht unmöglich, aber immerhin auffällig wäre). Drittens endlich (was zwar auch nicht unmöglich, aber noch verdächtiger erschiene), weil dann diese älteste Chiroptere in der Triaszeit ganz vereinzelt gegenüber allen anderen, so viel später erst auftretenden, tertiären stehen würde. Es liegt indessen auf der Hand, daß bei der durch die geringe Größe der Fledermäuse mindestens mitbedingten Seltenheit ihrer fossilen Reste alle Schlüsse bezüglich ihres ersten Auftretens mit besonders großer Vorsicht zu betrachten sind.

Die Federflieger tauchen vor unserem Auge zuerst bekanntlich am Ende der Jurazeit auf. Sollten sie also wirklich aus Hautfliegern hervorgegangen sein, dann würde ihr gegenüber den Hautfliegern späteres Auftreten ohne weiteres verständlich, weil notwendig erscheinen.

Von höchster Bedeutung wäre die weitere Frage nach dem Vorhandensein fossiler Formen, die man als Übergangsformen aus nichtfliegenden Tieren in fliegende deuten könnte. Soweit unsere bisherige Kenntnis reicht, wird man diese Frage kaum bejahen können.

In devoner und karboner Zeit erscheinen, soviel wir bis jetzt wissen, die Insekten sofort als vollkommen fertige, geflügelte Wesen. Zwar treten, ganz wie es heute unter ihnen noch *Apterogenea* gibt, so auch schon in

karboner Zeit solche noch von Uranfang her flügellose Insekten neben den geflügelten uns entgegen. Anstatt daß jedoch, wie man fordern müßte, die *Apterogenea* in jenen alten Zeiten gegenüber den geflügelten Formen noch stark in der Mehrzahl gewesen sein müßten, erscheinen sie, soviel wir zu sehen vermögen, gerade umgekehrt, gegenüber den geflügelten in relativ noch geringerer Zahl als heute, als vollständiges Unikum.

Bisher also ist bei den fossilen paläozoischen Insekten weder ein Übergang von beflügelten zu unbeflügelten noch eine früher stärkere Verbreitung der *Apterogenea* zu erkennen. Leicht könnte man freilich von den *Apterogenea* geltend machen, daß sie wegen zu großer Weichheit ihrer Körper nicht hätten versteinern bezüglich sich im Abdruck erhalten können. Es handelt sich indessen hier nur um das, was tatsächlich heute bekannt ist, nicht um das, was sein könnte.

Ganz ebenso wie die Insekten, so erscheinen, soweit bisherige Kenntnis reicht, auch die Flugsaurier sofort in vollkommen typischer Ausbildung. Hier würde man jenen Einwurf, daß ihr Körper anfangs zu weich gewesen sei, um zu versteinern, sicher nicht machen können; und trotzdem kennen wir keinen Übergang.

Genaues über die Gestalt der ältesten Flugsaurier, die in der oberen Triaszeit lebten, wissen wir nicht. Es sind uns nur einige Bruchstücke von Knochen des Flugfingers bisher bekannt geworden. Immerhin aber bieten diese Reste, so geringfügig sie sind, doch den Beweis dafür, daß diese triassischen Formen bereits echte Hautflieger, völlig gleich oder doch sehr ähnlich denen des Lias gewesen sind; denn gerade der für diese Formen wichtigste aller Knochen, der Flugfinger, ist es ja, der hier erhalten ist.

In der Liaszeit haben wir bereits ganze Skelette, und diese zeigen bereits durchaus den fertigen Typus des Flugsauriers. Es fehlt also auch hier bisher jede Kenntnis von Übergangsformen.

Wie verhalten sich nun die Vögel in dieser Hinsicht? *Archaeopteryx* wird von Dames als echter Vogel erklärt, der zwar noch mit gewissen Merkmalen der Reptilien versehen sei, wie wir sie aber im Jugendzustande heutiger Vögel noch haben. Derartige Dinge werden indessen stets verschiedener Deutung fähig sein. Von einem Vogel, der im erwachsenen Zustand noch gewisse Merkmale der Reptilien zeigt, welche heutigen Vögeln im erwachsenen Zustande durchaus fehlen, wird man auf der anderen Seite auch sagen dürfen, daß er eine Übergangsform sei.

Ich möchte also definieren: *Archaeopteryx* ist zwar schon voll und ganz ein Federflieger, aber durchaus nicht voll und ganz ein echter Vogel. Als absoluten Federflieger wird man alles ansehen müssen, was, im Gegensatz zu den Hautfliegern, mittels seiner Federn fliegt; gleichviel, ob es schon ein richtiger Vogel oder noch ein mit Federn versehenes reptilähnliches Wesen ist. Als absoluten Vogel aber möchte ich *Archaeopteryx* nicht erklären, weil sie den Typus des heutigen Vogels doch noch nicht erreicht hat. *Archaeopteryx* ist, wenn man einmal heutige Flugvögel als Vollblut bezeichnen will, doch sicher kein ganzes Vollblut, sondern etwa ein — ich will sagen — Neunzehntelblut. Der Vergleich mit aus Kreuzung hervorgegangenen Produkten hinkt natürlich, aber er ist dennoch bezeichnend, um den Grad des beiderseitigen Anteiles auszudrücken, der bei dem Worte »Bindeglied« nicht mit ausgedrückt wird.

Archaeopteryx ist ganz unverkennbar eine der bisher äußerst spärlich gesäten Übergangsformen zwischen zwei großen Abteilungen des Tierreiches. So sehr es aber auch notwendig erscheint, auf diesem Gebiete alles auszumärzen, was nicht absolut sicher und beweisend ist, sondern nur in der Phantasie und dem Wunsche des betreffenden Forschers begründet liegt, ebensosehr ist es doch auf der andern Seite berechtigt, das als Bindeglied gelten zu lassen, was auf den Namen eines solchen vollen Anspruch hat. Nur muß man sich hierbei das oben Gesagte vergegenwärtigen, daß man bei dem Worte »Bindeglied« stets geneigt ist, sich ein »Halbblut« vorzustellen, also eine gerade in der Mitte zwischen zwei Gruppen stehende Tierform. Davon kann hier keine Rede sein; *Archaeopteryx* ist ungefähr schon ein Neunzehntelblut-Vogel.

Es handelt sich indessen im vorliegenden Falle gar nicht um die Frage, ob *Archaeopteryx* als Übergangsform aus Reptilie in Vogel oder als absoluter Vogel zu betrachten sei, sondern um die ganz andere, ob *Archaeopteryx* eine Übergangsform aus einem unbeflügelten oder aus einem hautfliegenden Wesen in einen Federflieger darstelle. Beides ist, glaube ich, zu verneinen. Ganz sicher zu verneinen das letztere; denn die fossile Form ist ein absoluter Federflieger, ohne jede erkennbare größere Spur von Flughaut, als die heute lebenden Vögel sie haben. Aber auch das erstere scheint mir zu verneinen. Die Flügel sind zwar nicht groß, namentlich nicht spitz auslaufend wie heute bei guten Fliegern, also noch nicht so hochgradig spezialisiert. Wir haben jedoch auch bei heutigen

Vögeln noch ähnlich stumpfe kurze Flügel; und niemand wird sie deshalb für solche Übergangsformen ansehen wollen.

Also *Archaeopteryx* ist zwar ein Bindeglied aus Reptil in Vogel, aber keineswegs auch ein Bindeglied aus einem unbeflügelten oder aus einem hautfliegenden Wesen in ein beflügeltes. Wir kennen also bei Vögeln bisher eine solche Übergangsform nicht.

Über die fossilen Fledermäuse wissen wir am wenigsten. Zwar kennen wir sie seit ältester Tertiärzeit; indessen sind ihre Reste wegen der Zartheit der Knochen so unvollständig erhalten, daß ein Urteil in dieser Beziehung sehr schwierig ist. Immerhin aber kann man auch hier nur sagen, daß wir bisher keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Übergängen aus ungeflügelten in beflügelte Fledermäuse besitzen.

Es sind uns also weder bei Insekten noch bei Flugsauriern, Vögeln und Fledermäusen bisher keinerlei Andeutungen eines Vorhandenseins von fossilen Übergangsformen aus noch ungeflügelt gewesenen in schon geflügelt gewordene Tierformen bekannt. Trotzdem wird man sich immerhin fragen dürfen, wie wir uns überhaupt solche Übergangsformen vorzustellen haben und an welchen Merkmalen wir eventuell das Vorhandensein solcher fossilen Übergangsformen erkennen könnten.

Bei den Insekten dürften wir sie wohl zu suchen haben in Formen mit 4 noch ganz kleinen und noch gleichen Flügeln in ausgewachsenem Zustande. Für die Wirbeltiere dürfte die allgemeine Annahme, wie Döderlein sie auch zum Ausdruck bringt, dahin gehen, daß wir diese Übergangsformen zu suchen hätten in der Form von Fallschirmtieren. Also in jener, heute zwar kleinen, aber vielgestaltigen Gruppe von Tieren, die wie die Hautflieger eine aus dorsaler und ventraler Haut gebildete, nur sehr viel weniger ausgedehnte Hautduplikatur besitzen, welche sie nicht zum Fliegen, sondern nur als Fallschirm beim Abspringen, also zum Abwärtsschweben, benutzen können. Ein Aufwärtsschweben ist ihnen dagegen unmöglich; in die Höhe müssen sie zuvor mit Hilfe ihrer Füße bzw. Krallen klettern.

Noch heute haben wir einen Vogel, *Opisthocomus hoazie*, welcher, wenn auch nur im jugendlichen Zustande, seine an der Flughand befindlichen Krallen zum Klettern benutzt — wie Döderlein in seiner eingangs erwähnten Arbeit hervorhebt, ein Zeugnis dafür, daß die Vorfahren der

Vögel ursprünglich solcher Krallen zum Emporklettern allgemein bedurften, als sie noch nicht emporfliegen konnten. Der älteste Vogel, *Archaeopteryx*, mit seiner bekrallten Flughand, bestätigt solche Auffassung. Aber auch recht viele andere der heute lebenden Vögel, namentlich Raubvögel und Strauße, tragen noch heute am Daumen der Flügelhand eine Kralle, wenngleich sie, wie ich freundlicher Mitteilung des Hrn. Kollegen Reichenow entnehmen darf, den Gebrauch derselben zum Klettern auch in der Jugend nie mehr üben. Trotzdem liegt auch darin mindestens doch ein Zeugnis dafür, daß auch bei den Vorfahren unserer heutigen Federflieger die Hand bekrallt gewesen ist.

Wenn nun alle Flieger von Fallschirmtieren ihren Ursprung nahmen, so würde es von höchstem Interesse sein, das Vorhandensein von Fallschirmen an fossilen Tieren erkennen zu können. Das einfachste Mittel, Erkennen des Fallschirmes selbst, versagt ja leider, da Hautduplikaturen nicht erhaltungsfähig sind.

Selbst nur im Abdruck kennt man die große Flughaut bei Flugsauriern nur ganz ausnahmsweise aus dem Solnhofener Schiefer. Wir werden daher kaum erwarten können, den Abdruck einer solchen, zumal doch kleineren Fallschirmhaut im Gesteine finden zu können. Trotzdem aber würde sich an fossilen Tieren das ehemalige Vorhandensein irgendwelcher Hautduplikaturen verraten können, wenn letztere durch Knochen gestützt oder etwa mit knöchernen Schuppen bedeckt gewesen wäre.

Wir wollen daher zunächst die heute mit Hautduplikaturen versehenen Tiere, gleichviel zu welchem Zwecke sie diese Haut verwenden, daraufhin betrachten, inwieweit hier knöcherne Stützen oder ein Schuppenbesatz der Hautduplikatur überhaupt vorhanden sind. Für mannigfache Unterstützung, auch an Material wie bezüglich der Literatur, bin ich hierin Hrn. Prof. Dr. Tornier zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Unter den Amphibien treffen wir Schwimmhäute bei Fröschen; *Rana* hat bekanntlich nur zwischen den Zehen, also nur an der Hinterextremität, eine Schwimmhaut, die freilich bei *Xenopus*, der infolgedessen pfeilschnell schwimmen kann, eine relativ gewaltige Größe erlangt. Für die vorliegende Betrachtung wichtiger ist indessen eine andere Froschgattung, *Rhacophorus*, von welcher etwa 40 Arten unterschieden sind[1], die alle

[1] The Cambridge Natural History. Amphibia and Reptiles. London b. Macmillan 1901.

durch Haftscheiben an der Spitze der Zehen und Finger sowie durch eine nicht nur zwischen den Zehen, sondern auch zwischen den Fingern ausgebreitete Schwimmhaut gekennzeichnet sind. Sie dehnt sich zwischen den Phalangen und Metapodien aus. Bei den meisten Arten von *Rhacophorus* reicht sie nur bis zur Hälfte des Fußes bezüglich der Hand; nur bei wenigen erstreckt sie sich ganz bis vorn an die Haftscheibe heran. Diese wenigen Arten sind nun auch noch dadurch ausgezeichnet, daß das Hand- und Fußskelett relativ stark verlängert ist und daß die auf solche Weise noch mehr vergrößerte Hautduplikatur nicht als Schwimmhaut, sondern als Fallschirm benutzt werden soll, da die Tiere auf Bäumen leben. Außerdem treten aber bei einer Anzahl von *Rhacophorus*-Arten auch noch an anderen Stellen des Körpers Hautlappen auf: an der Ferse, an der Hinterseite des Unterarmes, am Ellbogengelenk, über dem After usw. Diese sind freilich von so geringer Ausdehnung, daß man sich von irgendeiner Bedeutung derselben keine Vorstellung machen kann. Sie beweisen nur, wie bei Fledermäusen, daß, wenn einmal eine auffallende Neigung zur Bildung von Hautduplikaturen vorhanden ist, diese keineswegs immer auf die Hände bzw. Füße beschränkt bleibt.

Größe und Wirkung dieser Fallschirmhaut bei *Rhacophorus* sind übrigens, wie Gadow zeigte, außerordentlich übertrieben worden. Die Angabe von Wallace und danach von Brehm, daß *Rhacophorus pardalis* bei einer Länge des Tieres von 6,5 cm eine Flächenausdehnung der Fallschirmhaut von 78 qcm besitze, ist um $\frac{3}{4}$ zu groß; denn sie beträgt nur 18,8 qcm. Die auf die Aussage eines Chinesen gestützten Angaben bei Wallace, der Chinese habe den Frosch von einem hohen Baume hinabschwebend gesehen, ist nach Gadow daher wohl sehr zu modifizieren; denn die Fläche der Haut erscheint dazu als eine zu kleine.

An einem Skelette von *Rhacophorus Reinwardti* und an zwei Spiritusexemplaren erhielt ich für die längste Zehe des Hinter- und Vorderfußes einschließlich des Metatarsale und Metacarpale die folgenden Maße:

	Hinterfuß			Vorderfuß			Länge des Rumpfes
1. *Rh. Reinwardti* . .	19,0 mm	(Phal. 11 mm,	Mt. 8,0 mm)	10,0 mm	(Phal. 6,0 mm,	Mt. 4,0 mm)	33,0 mm
2. *Rh. Reinwardti* . .	25,5 »	(» 14 » ,	» 11,5 »)	18,0 »	(» 10,0 » ,	» 8,0 »)	42,0 »
3. *Rh. maximus* . . .	40,0 »	(» 23 » ,	» 17,0 »)	25,0 »	(» 13,0 » ,	» 12,0 »)	71,0 »
Bei							
4. *Rana hexadactyla*	31,5 »	(» 19 » ,	» 12,5 »)	13,5 »	(» 7,0 » ,	» 6,3 »)	22,5 »
5. *Rana temporaria*	35,0 »	(» 22 » ,	» 13,0 »)	14,3 »	(» 8,5 » ,	» 5,8 »)	23,0 »

Verhältnis vom Fuß zur Rumpflänge

1.	Hinterfuß	0,58:1	Vorderfuß	0,30:1
2.	"	0,60:1	"	0,43:1
3.	"	0,56:1	"	0,34:1
4.	"	1,40:1	"	0,60:1
5.	"	1,52:1	"	0,62:1

Man sieht, daß *Rana* relativ längere Zehen besitzt als *Rhacophorus*, zwar nicht am Hinter- aber am Vorderfuß. Das ist gerade umgekehrt wie man erwarten sollte. Indessen ist das für die vorliegende Frage ganz nebensächlich. Für diese ist nur dies Ergebnis von Wichtigkeit, daß man bei Auffinden einer fossilen Froschform nicht etwa aus einer relativ großen Länge der Hand- und Fußknochen auf das ehemalige Vorhandensein eines Fallschirmes mit Sicherheit schließen dürfte. Die Ausdehnung der Haut, nicht aber der Knochen, ist eben maßgebend; denn erstere kann entweder die ganzen Hand- bzw. Fußknochen umspannen, bis an deren Spitze sich erstrecken, oder sie kann viel weniger ausgedehnt sein. Aber selbst das ist nicht allein maßgebend; denn eine andere Froschform, *Xenopus*, besitzt vielleicht eine relativ noch größere Haut zwischen den Zehen als *Rhacophorus* und benutzt sie doch nur als Schwimmhaut. Das Wesentliche also für *Rhacophorus* liegt darin, daß er zwischen den Zehen und Fingern eine Haut hat und diese nie zum Schwimmen, sondern nur als Fallschirm benutzt.

Während wir von lebenden Amphibien nur diesen einen Vertreter eines Fallschirmtieres kennen, gibt es unter den lebenden Reptilien mehrere, die mit einer als Fallschirm versehenen Haut ausgerüstet sind. Es ist aber bemerkenswert, daß sie bei den Reptilien fast nirgends in solcher Weise wie bei *Rhacophorus* zwischen den Zehen auftreten; und wo das, wie bei *Phtychozoon*, dennoch der Fall ist, da geschieht es in sehr viel geringerem Grade.

Unter den Eidechsen gibt es mehrere mit Hautduplikaturen versehene Formen. Doch nur eine Gattung benutzt sie als Fallschirm, die zu den Baumagamen (*Iguanidae*) gehörige Gattung *Draco*. Die anderen verwenden sie teils als Schreckmittel für ihre Feinde, teils als Haftorgan beim Klettern.

Draco taeniopterus besitzt, abgesehen von einem kleinen, als Fallschirm bedeutungslosen dreieckigen Hautlappen zu beiden Seiten des Halses, der hinter dem Kopfe beginnt und zum Oberarm sich hinzieht, eine flügelartige große Hautfalte, die sich an beiden Seiten des Rumpfes zwischen

Vorder- und Hinterextremität ausdehnt; in der Weise jedoch, daß der Arm gar nicht, das Bein nur mit dem obersten Teil des Oberschenkels in die Falte eingezogen wird. Beide Extremitäten ragen also frei aus dem Rumpfe hervor.

Dieser großen Hautfalte wird bekanntlich eine besondere Eigenart dadurch verliehen, daß sie durch 5 bis 6 abnorm verlängerte Rippen getragen wird, welche aus dem Rumpfe in die Hautduplikatur hineingehen (vgl. Fig. 5). Bei einem ziemlich kleinen der mir vorliegenden Exemplare, als *Draco taeniopterus* bezeichnet, beträgt die Länge der mittleren dieser 6 Rippen 34 mm, während der Rumpf, vom Halse bis hinter das Sacrum, die Länge von 49 mm besitzt. Bei einem anderen, etwas größeren Skelette von *Draco volans* beträgt diese Rippenlänge 43,5 mm, bei einer Rumpflänge von 52 mm; sie ist somit absolut wie relativ größer als bei dem ersteren, da sie in demselben Verhältnisse wie bei diesem nur 37 mm messen dürfte.

Vergleichen wir diese Maße mit denen von *Rhacophorus*, so ergibt sich ein Längenverhältnis der den Fallschirm tragenden längsten Knochen (Rippe bzw. Hand- oder Fußknochen) zu der des Rumpfes bei:

Draco taeniopterus	0,69 : 1
Draco volans	0,83 : 1
Rhacophorus Vorderfuß	0,30—43 : 1
» Hinterfuß	0,56—60 : 1

Notgedrungenerweise mußten hier ungleichwertige Knochen miteinander verglichen werden, bei *Draco* die Rippen, bei den anderen die Fingerknochen. Immerhin läßt sich doch wenigstens erkennen, um wieviel relativ größer der die Fallschirmhaut tragende Knochen, somit auch die Haut selbst, bei *Draco* als bei *Rhacophorus* sind und wie gewaltig viel größer der Apparat aber noch werden müßte, um zum Fluge dienen zu können.

Diese 5—6 langen Rippen von *Draco*, deren vorderste hinter der Scapula beginnt, setzen sich in derselben Weise und ebenso einköpfig an die Diapophysen der Wirbel an, wie die hinter ihnen folgenden, kürzer und immer kürzer werdenden Rippen, welche nun nicht mehr aus dem Rumpfe in die Hautduplikatur hineinreichen. Man wird daher die großen Rippen nicht wohl als falsche bezeichnen dürfen, wie wohl geschehen.

Bei *Draco fimbriatus* Kuhl zähle ich nur 5 solcher langen Rippen, und diese tragen auch nur den vorderen größeren Teil der Fallschirmhaut, wo-

gegen der hintere, kleinere, rippenfrei, also stützenlos ist. Auch noch in anderer Beziehung unterscheiden sich diese langen Rippen bei beiden Arten. Bei *Draco taeniopterus* ziehen sie in gerader Richtung bis zum Außenrande der Hautduplikatur hin und endigen dort, so daß der Außenrand der Haut zwischen ihnen ohne Stütze (s. Fig. 5) bleibt. Bei *Draco fimbriatus* dagegen biegen die vorderste Rippe, am Außenrande angelangt, die 4 hinteren Rippen aber schon in einiger Entfernung von dem Außenrande knieförmig nach hinten um und bilden dadurch eine fortlaufende Stütze, welche den ganzen Außenrand trägt. *Draco* hat zwar die Fähigkeit und Gewohnheit, diese flügelähnlichen Organe fächerartig zu entfalten und wieder zusammenzufalten; aber er vermag sie nicht zum Fluge auf und ab zu bewegen[1].

An diesen langen Rippen würde nun das ehemalige Vorhandensein einer Fallschirmhaut bei fossilen Formen sicher zu erweisen sein. Es sind indessen zwar von anderen Baumagamen, speziell von *Iguana* oder doch von verwandten Vorläufern derselben, Fossilreste gefunden; von *Draco* jedoch scheint bisher noch nichts bekannt geworden zu sein.

Auch andere Eidechsen besitzen Hautduplikaturen, benutzen dieselben jedoch zu ganz anderen Zwecken. Eigentlich kommen diese Formen daher hier, wo es sich um Fliegen und Schweben handelt, nicht in Betracht. Trotzdem haben sie ein Interesse für diese Frage, weil es Tiere mit dieser eigentümlichen Neigung zur Bildung von Hautduplikaturen sind und weil, unter Umständen, eine Hautduplikatur auch einmal verschiedenen Zwecken gleichzeitig dienen könnte. So findet sich eine solche bei Chlamydosaurus, wo sie in Gestalt einer riesigen Halskrause, die, wie bei *Draco* der Fallschirm, entfaltet und wieder zusammengefaltet werden kann, den Kopf umgibt[2]. Es fehlt aber bei Chlamydosaurus jede knöcherne oder knorplige, oder nur auch bindegewebige Stütze derselben. Ihre Entfaltung und Aufrichtung erfolgt, wie Tornier feststellte, nur durch Aufblasen[3]. Ganz dasselbe gilt von der Aufrichtung der am Kopfe befindlichen Hautduplikatur bei *Chamaeleon*. Beiden Tieren gilt dieselbe als Abschreckungsmittel den Feinden gegenüber.

[1] Gadow, Amphibia and Reptiles. The Cambridge Natural History. London 1901, S. 516.

[2] Gadow, Amphibia and Reptiles 1901, S. 523.

[3] G. Tornier, Bau und Betätigung der Kopflappen und Halsluftsäcke bei Chamäleon. Zoologische Jahrbücher Bd. 21, 1904, Heft 1.

Wenn nun auch hier eine Anwendung der Hautduplikatur als Fallschirm nicht vorliegt, so wäre es doch immerhin von Interesse, zu wissen, ob auch in früheren Zeiten schon solche Abschreckfalten gebildet worden sind. Das könnte in der Tat der Fall gewesen sein, da Reste der Gattung Chlamydosaurus in Australien, wo sie heute lebt, auch fossil gefunden worden sind. Indessen handelt es sich hier nur um pleistozäne Schichten. Sehr viel älter, dem Eozän von Wyoming entstammend, sind Reste eines Chamäleoniden, die jedoch nur in einem Unterkieferfragmente bestehen. Angesichts aber des hohen Alters dieses Restes dürfte es doch wohl unzulässig sein, bei dieser Form bereits das Vorhandensein einer solchen Abschreckfalte als gesichert annehmen zu wollen; derartiges könnte sehr wohl erst späterer Erwerb sein.

Bei anderen Eidechsen wieder dient die Hautfalte als Haftmittel. Das ist der Fall bei *Ptychozoon homalocephalum*, einer Gattung der Geckonen. Hier verläuft längs beider Seiten des Körpers eine Hautduplikatur, die wie der Rumpf mit Schuppen bedeckt ist. Am Kopf, wo sie nur klein ist, und am Schwanze, an dessen ganzer Längserstreckung sie in zahlreiche Lappen zerschnitten ist, muß sie als Fallschirm gegenstandslos sein. Nur am Rumpfe zwischen Vorder- und Hinterextremität, die jedoch völlig freibleiben, gewinnt sie, ähnlich wie bei *Draco*, als bogenförmiger Hautlappen eine größere Ausdehnung. Selbst an der breitesten Stelle aber beträgt ihre Breite nur 64 Prozent von der ihres Rumpfes, nämlich 9 mm gegenüber der Rumpfbreite von 14 mm an dem von mir gemessenen Spiritusexemplare. Eine ebenfalls mit Schuppen bedeckte Hautduplikatur findet sich an den Beinen. Ober- und Unterarm sind an der Vorder- wie Hinterseite von derselben begleitet. Ober- und Unterschenkel dagegen tragen sie nur an ihrer Hinterseite; an der Vorderseite ist nur der Unterschenkel vom Knie abwärts mit ihr besetzt. Auch zwischen den Zehen der Vorder- und Hinterextremitäten breitet sich hier eine Haut aus.

Zum Teil sind diese Hautfalten von *Ptychozoon* überhaupt so klein, daß sie als Fallschirm bedeutungslos sein würden; zum Teil aber lassen sie sich, auch wenn sie, wie die Rumpffalte, größer sind, infolge ihres bogenförmigen Umrisses und des Fehlens von Stützknochen nicht straff anspannen. Als Fallschirm könnten diese Hautduplikaturen hier also doch wohl keine nennenswerte Verwendung finden, wenngleich das vermutet worden ist. Auch Gadow sagt sehr vorsichtig von *Ptychozoon*: »Es heißt,

daß diese Hautlappen als Fallschirm dienen.« Tornier ist indessen durch Beobachtung der Tiere zu der Überzeugung geführt worden, daß diese Haut mittels seitlicher Bewegungen des Tieres als Saugapparat dient, mit welchem dieses sich festheftet. Dasselbe gilt nach Tornier von der am Schwanze von *Uroplates* auftretenden Hautduplikatur. Auch Döderlein sagt (S. 1, Anm. 1), daß keinerlei Beobachtungen vorliegen, die hier einen Gebrauch als Fallschirm, den man vielleicht vermuten könnte, bestätigt.

Sogar von einigen Schlangen, die in Borneo auf Bäumen leben (zwei Arten von *Chrysopelaea*, eine Art von *Dendrophis*), sollen die Eingeborenen behaupten, daß sie »fliegen« könnten; und Shelford berichtete auch in einem Vortrage vor der zoologischen Gesellschaft in London über Versuche, die er mit einer *Chrysopelaea* darüber angestellt habe. Diese Schlangen sollen die Fähigkeit haben, die auf dem Bauch gelegenen großen Schuppen vermittels ihrer Muskeln nach einwärts zu ziehen, so daß auf dem ganzen Verlaufe des Bauchs eine Längsrinne entsteht. Wenn sich die Schlange von einem Baum herabfallen lasse, mache sie sich steif wie ein Stab, bilde so einen Hohlraum, und dieser wirke nun als Fallschirm verlangsamend auf den Fall; ganz wie ein der Länge nach aufgeschnittener Bambusstab langsamer falle als ein gleicher, der unaufgeschnitten sei[1].

Es scheint, daß von allen oben aufgeführten Formen bisher keine fossilen Vertreter gefunden sind. Bei Absehen von *Draco* nämlich besitzen alle diese Eidechsen keine knöchernen Stützen ihrer Hautfalten, die sich fossil erhalten und damit das ehemalige Vorhandensein solcher Hautfalten anzeigen könnten. Trotzdem aber würde dasselbe bei fossilen Formen sich noch durch ein andres Merkmal verraten können: wenn nämlich diese Falten mit gegenügend harten Schuppen besetzt gewesen wären. Derartiges scheint indessen gleichfalls bisher nicht bekannt geworden zu sein.

Auch bei Säugern finden sich bekanntlich solche Hautduplikaturen, die als Fallschirme benutzt werden. Unter diesen besitzen die Flugbeutler, *Petaurus* und *Acrobates*, keinerlei Stützbildungen in der Hautduplikatur. Ihr etwaiges Vorhandensein in früheren Zeiten kann sich daher durch nichts verraten, wenngleich in pleistozänen Schichten

---

[1] Ich kann nähere Angaben nicht machen, da ich das Obige einem Zeitungsberichte ohne nähere Angaben entnehme.

Australiens Flugbeutler in mehreren Gattungen gefunden worden sind. Bei dem Flugmaki, *Galeopithecus*, findet sich unter allen Säugern die größte Fallschirmhaut, die sich sogar zwischen den Fingern bis zu den Krallen ausdehnt. Trotz dieser gewaltigen Ausdehnung des Fallschirms wird dieser aber weder durch einen Knochen noch durch einen Knorpel gestützt, sondern nur durch eine dickere, quer verlaufende Hautfalte. Also auch hier keine Möglichkeit der Erkennung im fossilen Zustand. Wohl aber sind, ähnlich wie bei den *Rhacophorus*, hier die Zehen etwas verlängert, so daß sich an diesem Merkmal das Vorhandensein einer Fallschirmhaut bei fossilen Vertretern dieser Familie vielleicht erweisen lassen könnte. Man kennt indessen bisher wohl keine fossilen hierher gehörigen Formen.

Eine andere Gruppe mit Fallschirmhaut versehener Säuger steht in dieser Beziehung günstiger da, weil sie zur Stütze der Haut sogenannte Spannknochen besitzt; ganz ähnlich, wie zu diesem Zwecke die Flugsaurier einen von der Hand ausgehenden Knochen und die Fledermäuse einen vom Fuße am Hacken ausgehenden Sporn haben. Es sind das zu den Nagern gehörige Formen, Flugbilche und Flughörnchen. Die beiden Gattungen der Flugbilche, *Anomalurus* und *Idiurus*, sind mit einer solchen vom Unterarm ausgehenden, aber nur knorpligen Stütze versehen. Infolge ihrer knorpligen Beschaffenheit ist sie leider nicht versteinerungsfähig. Auch kennt man mit Sicherheit noch keine fossilen Reste dieser Gattungen.

Nur die Flughörnchen, *Pteromys* und *Sciuropterus*, haben, wie die Flugsaurier, eine von der Handwurzel abgehende, knöcherne Stütze ihres Fallschirmes, welche das ehemalige Vorhandensein eines solchen bei fossilen Formen verraten könnte[1]. Fossile Sciuriden sind auch wohlbekannt seit dem Obereozän; auch die Gattung *Sciurus* selbst hat bereits in dieser Zeit bestanden. Aber bisher dürfte ein solcher Spannknochen fossil noch nicht gefunden oder, falls gefunden, doch noch nicht als solcher erkannt worden sein.

Aus alledem geht nun das Folgende hervor:

Die mit einer als Fallschirm benutzten Hautduplikatur versehenen Tiere sind heute, gegenüber der riesigen Zahl der anderen Tiere, verschwindend selten; aus früheren Zeiten aber

[1] Auch unser Eichhörnchen hat, namentlich in seiner Jugend gut erkennbar, eine Hautduplikatur zwischen Ellenbogen und Knie, die jedoch durch keinen Knochen gestützt wird.

hat sich das Vorhandensein von Fallschirmen noch durch keine einzige paläontologische Tatsache beweisen lassen, weder durch Auffindung eines Abdruckes der Haut, noch einer Knochenstütze, noch eines Schuppenbesatzes derselben; also weder durch Auffindung irgendeiner nachweislich mit Fallschirmhaut versehen gewesenen fossilen Tierform, noch durch Auffinden einer mit einer erst sehr kleinen Flughaut versehen gewesenen, fossilen Übergangsform aus dem Fallschirm in das Flughautstadium. Das kann natürlich in der Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung seinen Grund haben; indessen soll hier ja nur festgestellt werden, was wir zur Zeit kennen.

Bemerkenswert erscheint immerhin die Tatsache, daß heute bei den mit einer Fallschirm-, Abschreck- oder Hafthaut versehenen Tieren diese Haut zwar am Rumpfe oder am Halse oder an den Armen und Beinen sich ausdehnt; daß sie aber an den Zehen und vor allem an den Fingern, also da, wo die Flughaut vor allem vorhanden sein muß, entweder, und fast immer, überhaupt ganz fehlt, oder doch eine ganz geringe Ausdehnung besitzt. Wesentlich nur *Rhacophorus* verhält sich abweichend, indem er an den Zehen und auch Fingern eine größere solche Haut trägt. Ebenso finden sich bei *Propithecus*, einer kleinen Lemurenform, neben einer kleinen Hautfalte an den Armen, alle Finger mit Ausnahme des Daumens bis zur zweiten Phalanx hin durch eine Hautduplikatur verbunden. Auch *Galeopithecus*, der bald zu Prosimiern, bald zu Chiropteren gestellt wird, hat zwischen den Fingern bis zu den Krallen hin eine Flughaut. Aber obgleich er unter den Säugern das größte Patagium besitzt, seine Finger, und damit das Chiropotagium, sind doch so klein geblieben, daß ein derartiger Typus unmöglich als Vorfahr irgendeines Flugsauriers oder irgendeines anderen Flughautfliegers angesehen werden könnte.

Überhaupt läßt sich ganz allgemein aussagen:

Formen, die nicht verlängerte Finger- bzw. Hand- oder auch Unterarmknochen besessen haben, können nicht in der Ahnenreihe von Flughautfliegern stehen. Folglich kann aus Formen, wie sie die heute lebenden Fallschirmtiere darstellen, kein Flughautflieger sich entwickelt haben. Höchstens am Voranfange der letzteren könnten solche kurzgefingerten Formen gestanden haben; aber das entzieht sich völlig unserer Erkenntnis; und das, worauf es uns hier ankommt, sind Übergangs-, keine Voranfangsformen.

Dagegen würde ein fossiles Tier mit stark verlängerten Handknochen und ebenso mit verlängertem Arm, besonders Unterarmknochen, gleichviel, ob man den Abdruck einer Flughaut fände oder nicht, der Ahnenschaft von Flughautfliegern verdächtig sein können.

Etwas anders liegt in dieser Beziehung die Frage hinsichtlich der Ahnen der Vögel. Hier ist wesentlich nur der Arm verlängert; wogegen zwei Finger, wenn auch relativ lang, doch keineswegs eine so abnorme Verlängerung aufweisen, wie das bei Flughautfliegern der Fall ist.

Wenn auf solche Weise die bisher bekannten fossilen Formen keinerlei Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage geben, welches die Ahnen der fliegenden Tiere waren, so gewährt leider auch die Ontogenie uns darüber keinen Aufschluß.

Unter solchen Umständen wird man die Frage aufwerfen dürfen, ob der erste Anstoß zur Bildung einer Flughaut vielleicht auch (ich sage »auch«, nicht »allein«) durch eine Schwimmhaut gegeben sein könnte; mit anderen Worten, ob nicht, wenn auch nicht alle, so doch ein Teil der Flieger, in letzter Linie aus Tieren hervorgegangen sein könnte, die ursprünglich, dauernd oder zeitweise, wasserlebend waren. So befremdend das klingen mag, die folgende Betrachtung läßt erkennen, warum man eine solche Frage wenigstens aufwerfen dürfte.

Man stelle sich *Rhacophorus* (S. 32) vor, einen Frosch, der seine zwischen den Zehen des Fußes und der Hand befindliche Hautduplikatur nur als Fallschirm benutzt, weil er auf Bäumen lebt. Wenn man nun einen *Rhacophorus* in das Wasser werfen würde, was würde er tun? Ich meine, er würde seine Fallschirmhaut als Schwimmhaut benutzen; vorausgesetzt natürlich, daß die Gelenke solcher Art wären, daß sie eine Schwimmbewegung gestatten würden; und warum sollte das nicht sein.

Wenn man aber weiter fragt, wodurch *Rhacophorus* wohl diese seine Hautduplikatur erstmals erworben haben mag, so will es doch gar nicht unwahrscheinlich dünken, daß er, wie andere Frösche, sie ursprünglich wenigstens in ihren Anfängen, als Schwimmhaut erworben habe; und daß er dann, im Gegensatze zu anderen Fröschen, sie später als Fallschirm benutzt und weiter vergrößert habe, als er selbst einem vorübergehenden Wasserleben gänzlich entsagte.

Wenn nämlich überhaupt Schwimmhäute und Flughäute dadurch entstanden sind, daß die betreffenden Tiere ent-

sprechende schlagende und stoßende Bewegungen gegen Wasser oder Luft gemacht und damit einen Reiz auf ihre zur Bildung von Duplikaturen überhaupt neigende Haut ausgeübt haben, dann ist aus einer Anzahl von Gründen einzusehen, daß sich auf solchem Wege viel leichter und schneller eine Schwimmhaut als eine Flughaut bilden konnte.

1. Einmal nämlich besteht ein schwerwiegender Unterschied zwischen der Ausübung der Schwimmfähigkeit und derjenigen der Flugfähigkeit darin, daß die Tiere beim Schwimmen von dem vorherigen Besitze einer Hautfalte bis zu gewissem Grade unabhängig sind, beim Fliegen jedoch in absolutester Abhängigkeit von einer solchen stehen:

Zahlreiche Tiere schwimmen auch bereits ohne Schwimmhaut. Sie machen dabei die entsprechenden Bewegungen; es wird ein Reiz auf ihre Haut an den betreffenden Stellen ausgeübt; und wenn nun ihre Haut zur Bildung von Falten überhaupt neigt, so entstehen diese und vergrößern sich. Das ist ein Vorgang, der ungemein einleuchtend ist.

Demgegenüber kann aber kein einziges Tier fliegen, ohne schon vorher eine Flughaut (bzw. Federn) besessen zu haben. Es wird daher niemals auch nur den Gedanken fassen können, entsprechende Flugbewegungen zu machen, bevor es eine solche Haut überhaupt auf irgendeine andere Weise erworben hat. Nur also wenn es bereits eine größere Hautfalte an geeigneter Stelle besitzt, wird es Flugbewegungen machen und sie damit vergrößern können.

2. Das Wasser ist ein ungemein viel dichteres Medium als die Luft. Das Wasser wird folglich einen viel stärkeren Reiz auf eine zur Bildung von Hautfalten überhaupt neigende Haut ausüben müssen als die Luft. Es wird daher auch eine Schwimmhaut viel leichter entstehen können als eine Fallschirmhaut.

3. Dieses Moment wird noch verstärkt durch ein weiteres. Eine Fallschirmhaut wird von einem auf Bäumen lebenden Tiere in der Zeiteinheit, sagen wir an jedem Tage, offenbar ganz unvergleichlich viel seltener benutzt als eine Schwimmhaut von einem im Wasser lebenden Tiere. Letzteres kann keine einzige Vorwärtsbewegung im Wasser machen, ohne diese Haut zu reizen und damit an deren Vergrößerung zu arbeiten. Ersteres aber kann zahllose Bewegungen auf Bäumen machen, ohne die Haut zu reizen; und nur dann, wenn es einmal abspringt, wird eine Reizung erfolgen

bzw. an der Vergrößerung der Haut gewirkt werden. Es muß also auch aus diesem Grunde eine Schwimmhaut viel schneller, leichter entstehen können als eine Fallschirmhaut.

Vielleicht erklärt es sich aus diesen drei Gründen, warum wir heute so viel mehr Tiere mit Schwimmhaut als mit Fallschirmhaut haben. Ob das früher anders, umgekehrt sich verhalten haben soll?

4. Ein viertes Moment liegt darin, daß, um als Flughaut benutzbar zu sein, eine Hautfalte vor allem an den Fingern (und Armen) ausgebildet sein muß. Wenn wir nun alle heutigen mit Fallschirm versehenen Tiere daraufhin mustern, so ergibt sich (S. 33, 39), daß sie gerade an den Fingern fast ausnahmslos keine Hautfalte besitzen. Fast die einzige Ausnahme bildet aber *Rhacophorus*, d. i. gerade jener Frosch, von dem man doch glauben könnte, daß er, wie andere Frösche, seine Hautfalte ursprünglich als Schwimmhaut erworben hätte.

So könnte man auf den Gedanken kommen, daß Tiere, die nicht an den Fingern oder die nicht auch an den Fingern eine Hautfalte schon vorher erworben hatten, von der Umwandlung in Hautflieger, wenn auch nicht geradezu ausgeschlossen waren, daß aber doch für sie eine solche Umwandlung viel umständlicher, viel schwerer war als für solche, die schon an den Fingern eine Hautfalte erworben hatten.

Es ergibt sich also aus Obigem, daß die Bedingungen zur Erwerbung einer Schwimmhaut wesentlich günstiger liegen als zur Erwerbung einer Fallschirmhaut. Dazu gesellt sich der weitere Umstand, daß die mit Schwimmhaut versehenen Tiere ja keineswegs notwendig an das Wasser gekettet sein müssen, sondern vielfach auch auf dem Lande leben können, auf dem nun ihre Schwimmhaut sofort als Fallschirm Dienste leisten kann und muß, sobald die Tiere von irgendeiner Erhöhung einmal abspringen.

Ich will aber damit nicht gesagt haben, aus einer Schwimmhaut[1] könne sich sofort eine Flughaut entwickelt haben; sondern, aus der Schwimmhaut könne, unter Umständen, erst eine Fallschirmhaut entstanden sein

[1] Pseudoschwimmhäute können, wie G. Tornier den experimentellen Nachweis führte (Sitzungsber. der Ges. naturf. Freunde, Berlin, Jahrgang 1904, S. 168), als ontogenetische Hemmungsbildungen zwischen den Fingern oder Zehen, oder auch zwischen Ober- und Unterschenkel dann entstehen, wenn diese Körperteile während der Ontogenese am normalen Indielänge- oder Auseinanderwachsen gehindert werden. Für die erstmalige Entstehung echter Schwimmhäute aber wird man eine solche abnorme Bildungsweise schwerlich annehmen können.

und aus dieser dann eine Flughaut. Mit anderen Worten: Flughaut mag zwar, wie allgemein angenommen wird, aus Fallschirmhaut entstanden sein. Aber nicht etwa jedes Fallschirmtier war an sich berufen, Flughauttier zu werden, sondern wesentlich nur solche Fallschirmtiere, welche gerade an den Fingern eine Hautfalte besaßen. Eine solche aber erwirbt sich aus verschiedenen oben dargelegten Gründen viel leichter durch Schwimmen als durch Abspringen. Folglich dürfte die Frage nicht ganz unberechtigt sein, ob nicht auch (nicht allein) aus Schwimmhäuten Flughäute hervorgegangen sein könnten.

Das Vorhandensein von Krallen an der Flughand noch heutiger Flieger könnte nicht als gegenteiliger Grund geltend gemacht werden, da Tiere mit Schwimmhaut ebensowohl Krallen besitzen konnten wie Tiere mit Fallschirmhaut.

Wenn wir die fliegenden Wirbeltiere in ihrer zeitlichen Entwicklung betrachten, so tritt uns der auffallende Umstand entgegen, daß bei den beiden (soviel uns bekannt ist) ältesten Gruppen derselben, Vögeln und Flugsauriern, schließlich Zahnlosigkeit eingetreten ist. Von den Vögeln gilt das durchaus; von den Flugsauriern allerdings nur zum Teil insofern, als Pteranodon und Nyctodactylus in der Kreidezeit das Gebiß verloren hatten.

Aber man wird doch vielleicht nicht mit Unrecht vermutend folgern dürfen: die Vögel, weil sie sehr viel länger, bis auf heutige Zeit, gelebt haben, konnten es deswegen allmählich bis zur allgemeinen Zahnlosigkeit bringen. Die Flugsaurier dagegen, weil sie schon in der jüngeren Kreidezeit ausstarben, haben die Zahnlosigkeit nur erst in der Pteranodontengruppe erreicht. Wenn sie aber so lange wie die Vögel gelebt hätten, so würden sie gleich diesen wohl ebenfalls allgemeine Zahnlosigkeit erlangt haben.

Die (soviel uns bekannt ist) jüngst entstandene Gruppe der fliegenden Wirbeltiere, die Fledermäuse, haben dagegen das zahnlose Stadium nicht erlangt. Im Hinblick auf das Verhalten jener beiden älteren Gruppen wird man aber vielleicht die Vermutung äußern können:

Die Fledermäuse haben das zahnlose Stadium bisher noch nicht erlangt, würden es aber in späterer Zeit ebenfalls erreichen. Allerdings zeigt sich gegenwärtig noch nicht der geringste Anlauf dazu, so daß es hier, in viel höherem Maße als bei den Flugsauriern, lediglich Spekulation sein wird, sich in einem solchen Zukunftsbilde ergehen zu wollen.

Jedenfalls aber muß man es auffallend finden, daß die beiden anderen von vierfüßigen bezahnten Reptilien abstammenden Gruppen der Flugtiere, Vögel und Flugsaurier, in übereinstimmender Weise, wenn auch mit mehr oder weniger Erfolg, der Zahnlosigkeit verfielen, und man wird die Frage aufwerfen dürfen, ob diese Erscheinung etwa eine gemeinsame Ursache gehabt, eine Folge des Fliegens gewesen sein könnte.

Vergleichen wir Flieger und Nichtflieger miteinander, so zeigen sich in ihren äußeren Lebensbedingungen wie in anderer Beziehung vier Unterschiede:

Die Flugtiere leben, mindestens solange sie fliegen, unter einem geringeren Luftdruck als die an die Erdoberfläche gefesselten Tiere; das gilt in höherem Grade von denen, die sich zu bedeutenden Höhen erheben und auch in diesen horsten; in geringerem von denen, die sich zu keiner nennenswerten Höhe beim Fliegen erheben.

Ein zweiter, wenigstens für viele Flieger geltender Unterschied ist der, daß die Flugtiere sich schneller als andere Tiere fortbewegen.

Die Flugtiere müssen ferner ein relativ weit größeres Maß von Arbeit leisten, um sich fortzubewegen, als die nichtfliegenden Tiere; denn sie müssen, die Schwere überwindend, ihren Körper durch die Lüfte tragen.

Als viertes ergibt sich, daß bei Vögeln und Flugsauriern das Skelett relativ leichter ist als bei Nichtfliegern, daß also die Tendenz zur Erleichterung des Skeletts bei ihnen vorhanden ist bzw. war.

Es erscheint indessen vergeblich, eins oder mehrere dieser Momente in ursächliche Beziehung zur Entstehung von Zahnlosigkeit im allgemeinen zu bringen. Das Vorhandensein noch anderer zahnlos gewordener Tiergruppen, Schildkröten, gewisser Ichthyosauren (*Baptanodon*), zahnloser *Edentata*, zahnloser Wale, widerspricht dem.

Durch Einwirkung geringeren Luftdrucks kann Zahnlosigkeit nicht bedingt werden; denn jene anderen zahnlosen Tiere sind einem solchen nicht ausgesetzt. Ja, die Wale sind sogar, solange sie tauchen, umgekehrt einem verstärkten Luftdruck unterworfen.

Die große Schnelligkeit der Bewegung kann ebenfalls nicht auf Zahnlosigkeit hinwirken; denn die *Edentata* bewegen sich, gerade umgekehrt, durchaus langsam und die Schildkröten sogar extrem langsam.

Eher ließe sich scheinbar ein Zusammenhang zwischen der gewaltigen Arbeit, welche ein Flieger zu leisten hat, und der Zahnlosigkeit, oder

weitergehend, und dem geringen Gewichte des Skeletts bei Vögeln und Flugsauriern denken; denn wenn die Nahrung ganz wesentlich für die gewaltige Arbeitsleistung und für Aufbau und Unterhaltung der relativ ungeheuerlich großen Flugmuskeln verwendet werden muß, dann wird für den Aufbau und die Erhaltung des Skeletts nur ein weniger großer Teil der Nahrung, so könnte man folgern wollen, zur Verfügung bleiben.

Indessen, das Skelett bedarf vorwiegend der Kalksalze, also ganz anderer Teile der Nahrung, als wesentlich für Muskeln und Arbeitsleistung gebraucht werden. Diese beiden Dinge schließen sich folglich nicht aus, sondern ergänzen sich vielmehr; jene Folgerung könnte daher gleichfalls nicht als stichhaltig anerkannt werden.

Aber es läßt sich doch nicht verkennen, daß für das fliegende Tier, im Gegensatze zu den nichtfliegenden, die Notwendigkeit vorliegt, das Gewicht des Skelettes möglichst zu erleichtern. Das ist bekanntlich bei Vögeln wie bei Flugsauriern durch Herausbildung dünner, markloser Knochen erfolgt; und namentlich bei den zahnlosen Flugsauriern, den *Pteranodonta*, ist das bis zum Exzeß gesteigert gewesen. Völlig im Rahmen dieser Tendenz einer Gewichtserleichterung läge es nun, wenn dabei auch die schweren Zähne der Flugtiere verloren gehen würden. So sehr einleuchtend eine solche Folgerung aber auch ist, bzw. zu sein scheint, man könnte sie doch unmöglich als allgemeine Ursache der Entstehung von Zahnlosigkeit ansehen; denn

bei Schildkröten ist das Gebiß verschwunden, obgleich gerade umgekehrt die Tendenz auf eine immer stärker werdende Schwere und Verdickung des ganzen Skelettes hinauslief;

bei den zahnlosen unter den Ichthyosauren und Edentaten und Walen ist das Gebiß geschwunden, während das Skelett gegenüber demjenigen anderer Formen ihrer Verwandtschaft weder eine Tendenz zur Verdickung noch eine solche zur Verdünnung erkennen läßt.

Aus alledem geht für den Verlust des Gebisses hervor:

Der Verlust des Gebisses kann Hand in Hand gehen, hier mit Leben unter geringerem Luftdrucke, aber bei sehr schneller Bewegung oder bei gewaltiger Arbeitsleistung, dort mit Leben unter gewöhnlichem oder gar stärkerem (Wale) Luftdrucke, aber bei sehr langsamer Bewegung oder geringster Arbeitsleistung (Schildkröten). Er kann Hand in Hand gehen, hier mit einem Leichterwerden, dort mit einem Schwererwerden, da mit

einem Unverändertbleiben des Gewichtes des übrigen Skelettes. Er kann mithin weder die ausschließliche notwendige Folge des einen oder des anderen aller dieser Momente sein, sondern muß durch andere Ursachen bedingt worden sein, die vielleicht und anscheinend bei den verschiedenen zahnlos gewordenen Gruppen ganz verschiedenartige waren.

Es steht ferner die Tatsache fest, daß der Verlust des Gebisses von einem gewissen Vorteile doch nur für die fliegenden Tiere sein konnte, insofern, als dadurch ihr Gewicht etwas erleichtert wurde. Für die anderen Tiere war dagegen der Verlust des Gebisses, solange die Nahrung dieselbe blieb, nur ein Nachteil.

Hier wie dort aber mußte der Verlust der Zähne erst wieder gutgemacht werden, entweder dadurch, daß die Verdauungskräfte um denselben Betrag zunahmen, um welchen die Tiere durch den Verlust des Gebisses geschädigt worden waren, oder dadurch, daß die Tiere sich zu einer ganz anderen, leichter zu bewältigenden und zu verdauenden Nahrung veranlaßt sahen.

Inhalt.

Großer Prozentsatz fliegender Tiere S. 3; wesentlich durch die große Zahl der Insekten bedingt S. 4. Den im Wasser lebenden Tieren fehlt das Flugvermögen nur so lange, als wir bei der Definition des Begriffes »Fliegen« nur Rücksicht nehmen auf das, was die Natur hierbei leistete S. 5; sobald wir aber auf das, was für das Tier hierbei das Wichtige ist, Rücksicht nehmen, haben auch sehr viele Wassertiere das Flugvermögen S. 5; Fliegen und Schwimmen sind also für das, was sie dem Tiere geben, ganz dasselbe; früherer Sprachgebrauch kannte auch für beides nur das eine Wort Schwimmen S. 6.

Zwei entgegengesetzte Wege, auf denen die Landtiere das Flugvermögen erwarben S. 6; bei Wirbeltieren ward die Vorderextremität zum Flugorgan. Es stand diesem Gewinne also ein schwerer Verlust an Gehvermögen gegenüber S. 7; bei Insekten wurden Rückenplatten zum Flugorgan; hier war es also ein verlustloser, reiner Gewinn; folglich ist der Weg, den die Insekten bei Erwerb des Flugvermögens beschritten, der im Prinzip vollkommenste S. 9.

Keine verbindende Brücke führt von einem dieser Wege zum anderen hinüber S. 9. Es ist sehr auffallend, daß bei Insekten nicht auch Beine zu Flugorganen wurden, da hier die Beine doch so vielgestaltige Spezialisierung zeigen; möglich wäre das der Natur sicher gewesen S. 9. Bei Wirbeltieren aber wäre es der Natur fast unmöglich gewesen, Rückenflügel unter Schonung der Vorderextremität zu erzeugen, wie der Mensch in seiner künstlerischen Phantasie das getan hat S. 10; die notwendige Ausbildung einer starken Crista für den Muskelansatz auf dem Rücken wäre zwar leicht möglich gewesen S. 11; dagegen fehlen auf dem Rücken die notwendigen Stützorgane der Flügel; nur *Draco* unter den Eidechsen zeigt den einzig möglichen Weg zur Erlangung solcher Stützorgane, mittels der Rippen S. 12; damit wäre jedoch die Brust dieser ihr notwendigen Stützorgane beraubt und zum Fluge unfähig geworden S. 13.

Auch innerhalb der Wirbeltiere war der Weg zur Erlangung des Flugvermögens anscheinend ein zweifacher: Hautflieger und Federflieger S. 14. Bei Hautfliegern war das Mittel ganz dasselbe wie bei gewissen auf oder im Wasser schwimmenden Tieren, Bildung einer Hautduplikatur S. 14; die viel größere Dichte des Wassers gegenüber der der Luft brachte es aber mit sich, daß das Schwimmvermögen hierbei viel schneller erreichbar werden mußte als das Flugvermögen S. 14. Bei Fledermäusen ist die Ähnlichkeit des Flugorgans mit einem Schwimmfuße größer, bei Flugsauriern verschwindet sie S. 15; andere Haltung der Hand bei beiden S. 17; weitere Unterschiede S. 18. Der Grad des Flugvermögens bei Flugsauriern S. 20; das Fehlen einer Crista Sterni spricht notwendig für das

Fehlen so starker Brustmuskeln, wie sie die Flugvögel haben S. 20. Flugorgan der Vögel S. 21; waren sie ursprünglich im Besitze eines größeren Patagiums als heute? S. 21. Entstehung von Federn wird angesichts der auffallenden Gestalt der Fledermaushaare leicht verständlich S. 22. Sollten nun die Federflieger aus Hautfliegern ursprünglich hervorgegangen sein, so würde es nur zwei prinzipiell verschiedene Wege geben, auf denen Flugvermögen erlangt wurde, den der Insekten und den der Wirbeltiere S. 23. Wer aber der allgemeinen Annahme beipflichtet, daß die Flieger aus Fallschirmschwebern hervorgegangen sind, sagt damit, daß auch die Federflieger aus Hautfliegern entstanden sind.

Ganz wie bei Hautfliegern besteht auch bei Insekten der Flügel aus einer oberen und einer unteren Hautfläche; nur das Stützgerüst ist ein anderes S. 23; die Insekten sind also ebenfalls Hautflieger S. 24.

Mannigfacher jedenfalls sind die Mittel, durch die bei Wassertieren das Fliegen im Wasser erlangt wurde S. 24. Es gibt aber auch hier die verschiedensten Grade der Vollkommenheit desselben.

Die Frage, welcher der erwähnten Wege zur Erlangung des Flugvermögens zuerst beschritten worden ist, stößt auf große Schwierigkeiten S. 26. Stützen wir uns indessen auf das, was bisherige Erfunde lehren, so zeigt sich, daß zuerst der Weg beschritten wurde, welcher der im Prinzip vollkommenste war: Flugvermögen ohne Schädigung der Gehwerkzeuge, schon im Devon, Insekten S. 26. Erst zur Zeit der oberen Trias wird der im Prinzip unvollkommenere Weg beschritten: Flugvermögen unter Vernichtung der halben Gehwerkzeuge, Wirbeltiere S. 26; zuerst bei Flugsauriern, erst später bei Fledermäusen, falls *Mikrolestes* nicht etwa eine Megachiroptere war, was indessen nicht wahrscheinlich S. 27. Federflieger S. 27.

Die Frage, ob Übergangsformen aus nichtfliegenden Tieren in fliegende bisher bekannt sind, ist zu verneinen S. 27. *Apterogenea* der Insekten schon im Karbon anscheinend ebenso selten wie heute S. 28; Flugfinger der Flugsaurier in der oberen Trias und im Lias schon völlig wie in späterer Zeit vorhanden; *Archaeopteryx* ebenfalls schon völliger Federflieger, aber nicht völliger Vogel S. 29; Fledermäuse zu mangelhaft erhalten S. 30.

Die Frage, wie wir uns solche Übergangsformen vorzustellen hätten S. 30; Fallschirmschweber; die Möglichkeit, fossile Fallschirme erkennen zu können, hängt davon ab, ob diese knöcherne Stützorgane hatten oder nicht. *Rhacophorus*, relative Länge von Hand und Fuß S. 32. *Draco*, relative Länge der Rippen S. 32. Chlamydosaurus S. 35. *Ptychozoon* und *Uroplates* nach Tornier keine Fallschirmschweber. *Chrysopelaea*. *Petaurus* und *Acrobates* ohne Stützbildungen S. 37, *Galeopithecus* ebenfalls S. 38. *Anomalurus* und *Idiurus* haben nur eine knorpelige Stütze S. 38. Lediglich *Pteromys* und *Sciuropterus* besitzen knöcherne Stützen, an denen man im fossilen Zustande das Vorhandensein einer Fallschirmhaut erkennen könnte S. 38. Es ergibt sich: Heute ist die Zahl der mit Fallschirm versehenen Tierarten eine kleine, und aus früherer Zeit kennt man bisher gar keine solchen Formen S. 38. Auch die Ontologie der heutigen Flieger ergibt bisher keine Beweise dafür, daß die Flieger aus Fallschirmtieren sich entwickelt haben. Bei den mit Fallschirm versehenen Tieren fehlt diese Haut fast stets da, wo die Flugtiere sie vor allem haben müssen, an den Fingern S. 39.

Es entsteht die Frage, ob nicht der erste Anstoß zur Bildung einer Flughaut auch (nicht allein) durch eine Schwimmhaut gegeben sein könnte S. 40. Kein Tier kann auf den Gedanken kommen, Flugbewegungen zu machen, ohne bereits eine Flughaut zu haben; wohl aber kann ein Tier Schwimmbewegungen machen, ohne eine Schwimmhaut zu haben S. 41. Wasser ist auch ein viel dichteres Medium als Luft, übt daher viel stärkeren Reiz

aus auf die Haut S. 41. Solche Bewegungen werden auch im Wasser viel häufiger gemacht als in der Luft. Fallschirmhäute fehlen auch meist gerade da, wo Flughäute am allerersten vorhanden sein müssen, an den Fingern bzw. Zehen, fast nur *Rhacophorus* hat solche S. 42.

Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß von den fliegenden Tieren die Vögel ganz, die Flugsaurier in jüngsten Formen zahnlos geworden sind. Man könnte daher annehmen, daß alle Flugsaurier schließlich zahnlos geworden sein würden, wenn sie lange genug gelebt hätten, und daß die Fledermäuse in Zukunft zahnlos werden würden S. 43. Die Ergründung der Ursache dieser Zahnlosigkeit bei Fliegern ist sehr erschwert, weil andere Tiere, obgleich unter entgegengesetzten Bedingungen lebend, dennoch ebenfalls zahnlos wurden S. 44.

ANHANG.

ABHANDLUNGEN NICHT ZUR AKADEMIE GEHÖRIGER GELEHRTER.

Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Von

L. JACOBSOHN.

Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Von

L. JACOBSOHN.

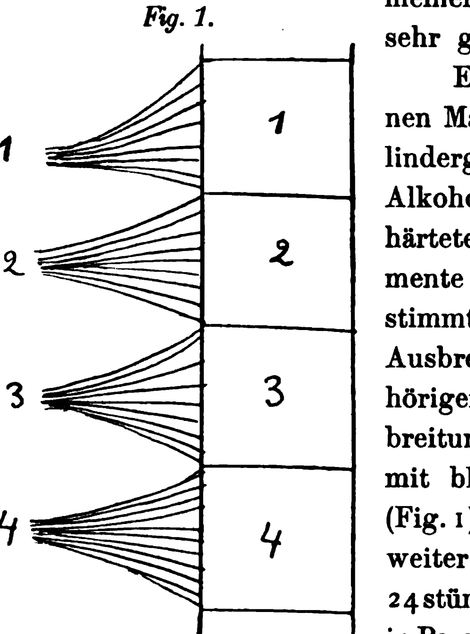
Vorgelegt von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der phys.-math. Classe am 19. März 1908.
Zum Druck verordnet am 26. März 1908, ausgegeben am 21. Mai 1908.

Die Kerne des menschlichen Rückenmarks, d. h. die Gruppenbildungen der in der grauen Substanz gelegenen Nervenzellen, sind schon vielfach Gegenstand eingehendster Untersuchung gewesen. Von Stilling, der zuerst (1842, 1843 und 1859) eine genaue Beschreibung der Rückenmarkskerne gegeben hat, bis auf die allerneuste Zeit, sind sie entweder im ganzen oder in ihren einzelnen Abteilungen durchforscht worden. Allgemeine Übersichten über die gesamten Kerngruppen verdanken wir besonders B. Stilling, Lockart Clarke und W. Waldeyer. Während die ersten beiden Forscher nach den zur Zeit möglichen Untersuchungsmethoden uns vornehmlich eine exakte Darstellung der durch ihre Größe oder durch ihre geschlossene Anordnung auffallenden Nervenzellen geben konnten, uns besonders mit den Gruppenbildungen der multipolaren Vorderhornzellen, ferner der Dorsalkerne und der Zellen des Seitenhorns bekannt machten, hat W. Waldeyer mit Hilfe verbesserter Technik uns auch die Anordnung der mittleren und kleineren Nervenzellen im Zwischenteil der grauen Substanz und im Hinterhorn erschlossen. Die Arbeit dieses Autors über »Das Gorillarückenmark«, Abhandlungen der K. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1888, ist in ihrer umfassenden Art grundlegend gewesen für alle späteren Forschungen auf diesem Gebiete und hat ungemein befruchtend auf die Physiologie und Pathologie des Rückenmarks gewirkt. Nach der Arbeit von Waldeyer ist bis heute keine weitere so genereller Art erschienen. Die folgenden Autoren haben sich dann bemüht, mit Hilfe noch besserer Methoden einzelne Kerngruppen des Hals-, Brust- und Lendenmarks noch genauer, sei es in ihren Konfigurationen oder in ihren Grenzen oder schließlich in bezug auf ihren Zellcharakter zu bestimmen. Dabei wandte sich das Interesse vornehmlich den großzelligen Gruppen, vor allem den motorische Funktion ausübenden großen Vorderhornzellen zu, deren Bestimmung auch für die

Lokalisation pathologischer Prozesse im Rückenmark immer größere Bedeutung gewann. Es seien hier die Forscher (Koelliker, Schroeder, van der Kolk, Gerlach, Henle, Schwalbe, Beisso, Laura von älteren Autoren, und van Gehuchten und seine Schüler, Marinesco, Sano, Müller, Ziehen, Onuf, Bruce u. a. von jüngeren Autoren) genannt. Die letzte ausgezeichnete Arbeit von Bruce über den Intermediolateraltrakt stammt erst aus ganz jüngster Zeit; sie ging mir zu, als meine Untersuchungsergebnisse schon festgestellt waren.

Bei der Wichtigkeit, welche in neuster Zeit die Ausdehnung und Anordnung der Kerngruppen für ihre funktionelle Bewertung und für die Lokalisation pathologischer Prozesse im Rückenmark gewonnen hat, erschien es mir angebracht, in ähnlicher Weise, wie es vor 60—70 Jahren Stilling und Clarke und vor 20 Jahren Waldeyer getan hatten, nochmals eine allgemeine Durchsicht der Nervenzellen des Rückenmarks auf Grund einer vollkommenen, mit dem Nißlschen Verfahren gefärbten Schnittserie durch dasselbe vorzunehmen. Für die Herstellung dieser Serie bin ich einem meiner Schüler, Hrn. Dr. Kalinowski, zu sehr großem Danke verpflichtet.

Fig. 1.



Ein frisches Rückenmark eines erwachsenen Mannes wurde zuerst in einem großen Zylinderglase 12 Stunden lang in 96 prozentigem Alkohol gehärtet. Darauf wurde dies vorgehärtete Rückenmark in seine einzelnen Segmente zerteilt. Die Segmente wurden so bestimmt, daß die Länge jedes einzelnen dem Ausbreitungsbezirk der jedem Segment zugehörigen Wurzel entsprach, soweit diese Ausbreitung an der Oberfläche des Rückenmarks mit bloßem Auge festgestellt werden konnte (Fig. 1). Die einzelnen Segmente wurden dann weiter in kleinere Stücke geteilt und nach 24stündiger Härtung in 96 prozentigem Alkohol in Paraffin eingebettet. Von sämtlichen Paraffinblöcken wurden fortlaufend Schnitte von 10 bis 20 μ Dicke angefertigt, so daß also das ganze Rückenmark in eine kontinuierliche Schnittserie zerlegt wurde. Diese Schnitte wurden mit Toluidinblau gefärbt und nach

Einlegung in Kanadabalsam einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Die vorläufigen Resultate dieser Untersuchung sind folgende[1]:

1. Nuclei motorii cornu ventralis.

Unter diesem Namen sind die großen multipolaren Zellen des Vorderhorns zusammengefaßt. Ihre Beziehung zur quergestreiften Muskulatur steht außer jedem Zweifel.

C. 1. Man kann zwei Hauptabteilungen der großen Zellen des Vorderhorns unterscheiden. Die eine erfüllt in größerer oder geringerer Zahl die vordere dreieckig zugespitzte Kuppe des Vorderhorns. Sie erstreckt sich zuweilen am medialen Rande des Hornes bis zur Pyramidenkreuzungsstelle. Sie zeigt ein recht wechselndes Aussehen in der Zahl und Lagerung der Zellen. Die zweite Hauptabteilung nimmt in einer Anzahl von Schnitten die laterale Ecke des durch den kreuzenden Pyramidenfaserzug abgetrennten Vorderhorns ein, in der Mehrzahl der Schnitte aber ist sie auf die seitlich zerklüftete graue Substanz des Horns verteilt, und einzelne Zellen dieser Abteilung können sehr weit in die ventrale und dorsale Partie des Seitenstranges hinaus verlagert sein. Diese großen Zellen des Processus reticularis nehmen im distalen Bereich von C. 1 beträchtlich an Zahl ab.

C. 2. Die Gruppierung der großen Zellen wechselt ungemein oft. In der Mehrzahl der Schnitte sind sie unregelmäßig in der ventralen Kuppe des Vorderhorns verteilt. In einer immerhin nicht unbeträchtlichen Zahl von Schnitten sind sie in zwei Gruppen, je eine in der medialen und in der lateralen Zone der Vorderhornkuppe, angesammelt, wobei die Ansammlung in der medialen noch häufiger ist, als in der lateralen. Man kann also in vielen Schnitten von einer medio-ventralen und einer latero-ventralen Gruppe sprechen. Vereinzelte große Zellen findet man hier und da teils in der Mitte des Vorderhorns, teils am medio-dorsalen Winkel desselben eventuell inmitten der Fasern der vorderen weißen Kommissur. Ebenso trifft man einzelne Zellen in der dorso-lateralen Auszackung des Vorderhorns und in dem angrenzenden Processus reticularis (Reste der großen lateralen Kerngruppe von C. 1).

---

[1] Man vergleiche hierzu die Figuren auf den Tafeln I—IX. Die Bezeichnungen C. 1, D. 1, L. 1, S. 1, Cocc. bedürfen wohl keiner weiteren Erklärung.

C. 3. Die motorischen Zellen sind in einer großen Anzahl von Schnitten in zwei Gruppen, eine medio-ventrale und eine latero-ventrale, geordnet; bald ist die mediale, bald die laterale deutlicher ausgeprägt. Namentlich im distalen Abschnitt von C. 3 überwiegt die mediale. In den übrigen Schnitten wechselt die Lagerung der Zellen recht oft. Neben einer regellosen Verteilung findet man folgende Variationen: die Hauptmasse der Zellen liegt in der sagittalen Mittellinie des Hornes, während an den Randpartien nur einzelne gelagert sind, so daß man an solchen Schnitten von einer zentralen Gruppe sprechen könnte. Die zentrale Gruppe erstreckt sich entweder durch das ganze Vorderhorn, oder sie liegt mehr im ventralen oder mehr im dorsalen Teil des Horns. Mitunter lagern sich die übrigen großen Zellen kranzförmig um diese zentrale Gruppe herum. Immer aber kann man auf folgenden Schnitten konstatieren, daß von dieser zentralen Gruppe Zellen bald zur lateralen, bald zur medialen Gruppe herüberführen. Bemerkenswert ist ferner, daß man viele Schnitte findet, in denen sich die Zellen beider Gruppen weiter nach dorsal zu verschoben haben, als es in C. 2 der Fall war. Mitunter sammeln sich diese dorsal geschobenen Zellen auch schon zu Gruppen zusammen; alsdann hat man die ersten Anfänge einer medio-dorsalen und einer latero-dorsalen Gruppe vor sich. Wie in C. 2 laufen einzelne Zellen der medio-dorsalen Abteilung bis in die weiße Kommissur.

C. 4. Die medio-ventrale Gruppe der großen Vorderhornzellen erhält einen derartigen Umfang, daß alle anderen Gruppen ihr gegenüber bei weitem zurücktreten. In einzelnen Präparaten ist auch eine kleine medio-dorsale Gruppe ausgeprägt, deren Zellen sich mitunter reihenartig bis in die weiße Kommissur hinschieben. Die laterale Zellgruppe tritt in den proximalen zwei Dritteln des vierten Halssegments an Umfang zurück. Oft finden sich nur einzelne am lateralen Vorderhornrande liegende Zellen. Das Gruppenbild ändert sich erst im distalen Abschnitt von C. 4. Hier nimmt die laterale Gruppe an Umfang zu und hat häufig die ganze laterale Zone des Vorderhorns besetzt. Öfters ist sie in zwei Abteilungen, eine ventrale und eine dorsale, gespalten, von denen nach und nach die dorsale das Übergewicht erhält. Daß die Zahl der großen Vorderhornzellen, wie in allen Halssegmenten, so auch in C. 4 mannigfachen Schwankungen unterliegt, daß Zerspaltungen in noch kleinere Gruppen vorkommen, daß die Zellen in einzelnen Schnitten auch wie regellos zerstreut liegen, daß

in wenigen Schnitten kaum eine einzelne große Zelle zu sehen ist, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Perikornuale große Zellen des Vorderhorns waren in C. 4 nicht zu sehen.

C. 5. Die großen Zellen sind zunächst in zwei Hauptgruppen geordnet, eine mediale und eine laterale. Die mediale Gruppe ist in auffallendem Gegensatz zu C. 4 sehr klein. Die Zellen dieser Gruppe liegen gewöhnlich vereinzelt am ganzen medialen Rande des Vorderhorns. Die laterale Gruppe ist dagegen in C. 5 stark angewachsen. Sie nimmt den ganzen in den Seitenstrang stark vorspringenden Teil des Vorderhorns ein. In einzelnen Schnitten bildet sie eine ziemlich geschlossene Gruppe, in der Mehrzahl ist sie in verschiedene Abteilungen getrennt. Und zwar kann man hier durchweg drei Abteilungen unterscheiden, eine ventrale, eine mittlere (intermediäre) und eine dorsale. Die ventrale ist die kleinste; sie teilt sich nicht weiter und liegt in dem stumpfen Winkel, mit welchem der ventrale Rand des Vorderhorns zur seitlichen Ausbuchtung desselben umbiegt. Die mittlere (intermediäre) Abteilung zerfällt in zwei kleinere Gruppen, eine am lateralen Rande gelegene und eine mehr im Innern des Horns befindliche (zentrale). Die dorsale Abteilung, die längste von den drei lateralen, zieht von der seitlichen Spitze des Horns ziemlich quer ins Innere desselben; sie zerfällt in zwei, mitunter sogar in drei kleinere Gruppen, eine äußere (mittlere) und innere. Indem nun die mittlere der drei großen Abteilungen des lateralen Zellkomplexes (also die intermediäre) bald sich mehr der ventralen, bald mehr der dorsalen nähert, indem auch die einzelnen Abteilungen bald mehr verschmelzen, oder sich mehr spalten, bald eine ganze oder eine Unterabteilung fehlt bzw. größer oder kleiner ausgeprägt ist, entstehen natürlich die allerverschiedensten Kombinationen in der Gruppierung. Immer aber wiederholt sich doch nach einigen Schwankungen das Bild der drei Abteilungen der lateralen Gruppe, und in vielen Schnitten treten auch deutlich die erwähnten Unterabteilungen hervor.

C. 6. Diese gegebene Grundeinteilung des lateralen Zellkomplexes tritt hier noch deutlicher hervor. Die intermediäre Abteilung ist auch äußerlich durch eine leichte Vorwölbung des Vorderhornrandes markiert. Diese Abteilung hat hier eine mehr quere Verlaufsrichtung, so daß sie der dorsalen fast parallel ins Innere des Horns sich hinein erstreckt. Wie in C. 5 zerfallen die intermediäre wie die dorsale Abteilung in zwei Unterabteilungen, von denen die innere der intermediären im distalen Abschnitt von C. 6 sehr

groß wird und ziemlich im Mittelpunkt des ganzen Vorderhorns gelegen ist. Sie darf deshalb mit Recht als zentrale bezeichnet werden. Während der laterale Zellkomplex sich in C. 6 vergrößert hat, ist die mediale Gruppe ganz auffällig klein, mitunter nur durch 1—2 Zellen repräsentiert, oder durch wenige Zellen vertreten, die am medialen Rand entlang laufen. Zuweilen sind vereinzelte Zellen am ventralen Rand des Vorderhorns entlang gelagert.

C. 7. Hier tritt von den drei Abteilungen des lateralen Zellkomplexes die intermediäre noch deutlicher hervor, weil sich hier die kleine Vorwölbung des in C. 6 abschüssigen seitlichen Vorderhornrandes, die ihre Lage äußerlich markierte, zu einem starken Wulste ausgewölbt hat. In diesem Wulste, welcher nunmehr in C. 7 die ventro-laterale Ecke des Vorderhorns ausmacht, liegt die äußere Unterabteilung dieser intermediären Zellgruppe, während die innere, zentrale Unterabteilung wieder ihre Lage ziemlich im Zentrum des ganzen lateralen Zellkomplexes bzw. des ganzen Vorderhorns hat. Diese zentrale Unterabteilung ist in C. 7 so konstant und so mächtig, daß sie der ganzen Zellkonfiguration das typische Gepräge verleiht. Die Lage der ventralen der drei Hauptabteilungen des lateralen Zellkomplexes ist nur scheinbar durch die seitliche Auswölbung des Vorderhorns nach vorn verändert. Sie liegt allerdings infolge der seitlichen Auswölbung nicht mehr am ventrolateralen Winkel des Vorderhorns, in Wirklichkeit ist sie aber an der gleichen Stelle geblieben. Dieser Umstand ist für die Deutung der drei Abteilungen von großer Wichtigkeit. Die latero-dorsale Abteilung ist an Umfang in C. 7 etwas zurückgegangen, ihre beiden Unterabteilungen, äußere und innere, sind aber meistens gut erkennbar. Die mediale Gruppe ist auch in C. 7 ungewöhnlich klein.

C. 8. Die Form des Vorderhorns im proximalen Teil von C. 8 gleicht auffallend derjenigen von C. 5. Ebenso gleichen auch die Zellgruppen des lateralen Komplexes denen von C. 5, nur daß sie in C. 8 einfacher gestaltet sind. Sowohl die intermediäre wie die dorsale Abteilung zeigen hier kaum mehr Unterabteilungen. Die mediale Zellgruppe ist auch in C. 8 sehr schwach vertreten. Im distalen Teil von C. 8 rücken nun durch die rundliche Abstumpfung des seitlichen Vorderhornwinkels die drei Abteilungen immer näher aneinander und sind oft zu zwei, mitunter sogar zu einer lateralen Gesamtgruppe verschmolzen. In vielen Schnitten jedoch kann man auch hier noch ganz gut die drei Abteilungen des lateralen Zellkomplexes erkennen.

D. 1. Das letztere gilt auch noch von einzelnen Schnitten von D. 1, obwohl natürlich die Reduzierung und Verschmelzung immer stärker wird. In D. 1 wird die mediale Gruppe wieder stärker, sie nimmt hier den sich zu einer Kuppe verbreiternden vorderen medialen Winkel ein.

In **D. 2** sieht man noch innen vom Seitenhorn die letzten Reste des lateralen Zellkomplexes in Form von zerstreut liegenden ganz kleinen Zellgruppen. Die mediale Zellgruppe ist in D. 1 und D. 2 wieder stärker geworden.

Die Gruppierung der motorischen großen multipolaren Zellen des Halsmarkes und des angrenzenden obersten Dorsalmarks gestaltet sich also folgendermaßen:

In der Halsanschwellung von C. 5 bis C. 7 kann man deutlich folgende Gruppen unterscheiden (Taf. IX Fig. C. 7).

1. Eine mediale Gruppe, Nucleus motorius medialis.

Sie liegt am medialen Rande des Vorderhorns und erstreckt sich nicht selten von der medio-ventralen Spitze des Horns bis zur vorderen Kommissur. Im allgemeinen ist die Gruppe klein. In der Mehrzahl der Schnitte ist sie nur durch wenige Zellen, die in der vorderen Spitze liegen, vertreten; vereinzelte Zellen finden sich oftmals am ganzen medialen Rande und können bis in die weiße Kommissur hineingelagert sein; diese Zellen sind dann gewöhnlich etwas langgestreckt und spitzen sich mit einem langen Fortsatz aus, der in die Kommissur verschieden weit hineinläuft. In wenigen Schnitten sind einige dieser Zellen im Vorderhornanteil der weißen Kommissur zu einer kleinen Gruppe vereinigt. In solchen Präparaten kann man an der medialen Gruppe zwei Abteilungen unterscheiden:

a) eine medio-ventrale Gruppe, Nucleus motorius medioventralis;
b) eine medio-dorsale Gruppe, Nucleus motorius mediodorsalis.

2. Eine laterale Gruppe, Nucleus motorius lateralis.

Dieser laterale Zellkomplex ist sehr groß; er nimmt die ganze laterale Zone des Vorderhorns ein. Er wird nach innen zu ungefähr durch eine sagittale Linie begrenzt, welche die Fortsetzung des äußeren Hinterhorn-

randes bildet, während nach außen der gewölbte laterale Rand des Vorderhorns ihn umschließt.

Der laterale Zellkomplex sondert sich zunächst in drei Abteilungen:

a) Eine kleine latero-ventrale Abteilung, Nucleus motorius latero-ventralis.

Sie liegt in der stumpfen ventralen seitlichen Ecke des Vorderhorns bzw. in denjenigen Segmenten, in welchen sich das Vorderhorn latero-ventral noch weiter auswölbt, in einem zackigen Vorsprunge, der zwischen der ebengenannten Auswölbung und der medio-ventralen Vorderhornspitze gelegen ist. Sie ist nicht selten mit der unter c aufgeführten Abteilung zum Teil oder ganz verschmolzen.

b) Eine größere latero-dorsale Abteilung, Nucleus motorius latero-dorsalis.

Sie erstreckt sich vom latero-dorsalen Winkel des Vorderhorns in ziemlich querer Richtung ins Innere desselben, nicht ganz bis zu dem Winkel, mit welchem der hintere Vorderhornrand in den äußeren Rand des Hinterhorns umbiegt.

c) Eine größere intermediäre Abteilung, Nucleus motorius latero-intermedius.

Sie liegt zwischen a und b und erstreckt sich in etwas schräger Richtung ins Innere des Vorderhorns, so daß sie hier öfters mit der inneren Partie von b zusammenstößt.

Während nun die Abteilung a wegen der Kleinheit an sich keine weiteren Unterabteilungen mehr erkennen läßt, sind an b und c je zwei solcher (mitunter sogar drei) zu erkennen, und zwar je eine äußere und eine innere. Demnach sondert sich der Nucleus motorius latero-intermedius in einen

α) Nucleus motorius latero-intermedius externus,
β) Nucleus motorius latero-intermedius internus, seu Nucleus motorius centralis.

Und der Nucleus motorius latero-dorsalis spaltet sich zumeist in einen

α) Nucleus motorius latero-dorsalis externus,
β) Nucleus motorius latero-dorsalis internus.

Während nun die großen motorischen Zellen in der Halsanschwellung sich in diesen eben angeführten Gruppen lagern, verändert bzw. vereinfacht sich die Gruppierung der Zellen sowohl nach aufwärts im oberen Zervikalmark als auch nach abwärts im unteren Zervikal- und im oberen Dorsalmark.

Nach oben zu Taf. I schwindet zunächst die intermediäre Gruppe des lateralen Zellkomplexes, so daß man dann entweder nur zwei laterale Gruppen, eine latero-ventrale und eine latero-dorsale, unterscheiden kann; oder aber auch diese beiden Gruppen verschmelzen zu einer einzigen, die alsdann die ganze laterale Zone des Vorderhorns einnimmt. In C. 1 ist diese Gruppe zum großen Teil auf den Processus reticularis versprengt.

Die mediale Abteilung ist in der Zervikalanschwellung spärlich, in C. 4 und im distalen Teil von C. 3 aber gut entwickelt. Zuweilen zieht sie sich am ganzen medialen Rande bis zur Kommissur entlang bzw. auch noch in letztere hinein. In seltenen Fällen ist sie gleichfalls in eine ventrale und eine dorsale Unterabteilung gespalten.

Nach unten zu von der Halsanschwellung, also im distalen Gebiet von C. 8, in D. 1 und in D. 2 Taf. III rücken die drei Abteilungen des lateralen Zellkomplexes einander näher und verschmelzen oftmals miteinander. Die letzten Reste des lateralen Zellkomplexes sind bis ziemlich zum Ende von D. 2 zu erfolgen, wo allerdings nur einzelne Zellen etwas medial vom Seitenhornkern angetroffen werden. Die mediale Gruppe, welche in der Halsanschwellung sehr klein war, nimmt in D. 1 und in D. 2 an Umfang zu.

Besonders soll hervorgehoben werden, daß sich weiter ins Dorsalmark nur die mediale Gruppe fortsetzt.

Eine Gruppierung der motorischen, großen, multipolaren Zellen des Dorsalmarks von D. 3 bis D. 12 ist kaum durchführbar. In der Mehrzahl der Schnitte findet man überhaupt so wenige Zellen, daß schon deshalb eine Gruppenbildung unmöglich ist. In denjenigen Schnitten, in welchen die Zellen reichlicher sind, und das sind die oberen Segmente bis D. 4 und die unteren Segmente von D. 10 bis D. 11, findet man in dauerndem Wechsel folgende Variationen: entweder die Zellen sind regellos zerstreut, oder sie liegen alle bzw. zum überwiegenden Teil in der Kuppe des Vorderhornes. Diese Variation ist wohl die häufigste. Oder die Zellen liegen am medialen Rande entlang bis zur vorderen Kommissur, oder sowohl am medialen wie lateralen Rande des Vorderhorns. In seltenen Fällen kann es vorkommen, daß sie hier am medialen und lateralen Rande sich je in

zwei Abteilungen spalten; dann könnte man also von einer medio-ventralen, medio-dorsalen, latero-ventralen und latero-dorsalen Gruppe sprechen, doch müßte man sich bewußt bleiben, daß die beiden lateralen im Dorsalmark nur zufällige Abspaltungen der medialen sind. Schließlich ist zu erwähnen, daß sie in zwei Gruppen geteilt sein können, von denen eine ganz in der Kuppe des Vorderhorns, die andere mehr im Grunde desselben gelegen ist. Mitunter findet sich, besonders in den tieferen Dorsalsegmenten, daß von der medialen Gruppe die eine oder andere Zelle aus dem Vorderhorn in den Vorderstrang heraustritt und ventral von der weißen Kommissur gelagert ist. In D. 11 und D. 12 ist die mediale Gruppe stark und konstant; sie zieht sich oft am ganzen medialen Rande herunter. Die laterale Gruppe liegt zwischen der ventralen Spitze des Vorderhorns und dem im Seitenhorn befindlichen Nucleus sympathicus thoracalis. Sie zieht sich öfters an dem abschüssigen lateralen Vorderhornrande hin und verschmilzt vielfach mit der medialen zu einer ziemlich großen Gruppe, die in der etwas krummschnabelartig geformten ventralen Kuppe gelegen ist.

L. 1 bildet das Übergangssegment zwischen der Gruppenlosigkeit des Dorsalmarks und der wiederum deutlichen Gruppierung der motorischen Zellen des Lumbosakralmarks. Die großen multipolaren Zellen füllen entweder die ganze nach latero-dorsal abfallende Randzone aus und sind im Verlauf dieser Zone in mehrere recht kleine Gruppen gespalten, oder sie liegen mehr in der Kuppe des Vorderhorns, oder lagern am medialen Rande desselben, oder schließlich sie sind im ganzen Vorderhorn zerstreut. Im unteren Abschnitt von L. 1, in welchem das Vorderhorn wieder zwei ventrale Winkel zeigt, treten zunächst wieder zwei Gruppen auf, eine mediale und eine laterale. Beide liegen am medio-ventralen bzw. latero-ventralen Winkel und ziehen sich von dort mehr oder weniger am medialen bzw. lateralen Rande entlang. Außerdem sind zwischen ihnen, gewöhnlich auch mehr am ventralen Rande, einzelne Zellen gelegen, die sich zuweilen zu einer kleinen in der Mitte des ventralen Randes liegenden Gruppe zusammenschließen können. Die am medialen Rande des Vorderhorns gelegene Gruppe ist in L. 1 noch die stärkere; sie teilt sich oft in eine medioventrale und medio-dorsale Unterabteilung. Letztere zeigt in L. 1 die Besonderheit, daß sie entweder ganz oder mit einzelnen Zellen in den anliegenden Vorderstrang ausgetreten ist. Von diesen Zellen zeigen viele eine Art Bipolarität, indem ein oder zwei lange Fortsätze in der Richtung zur

vorderen Kommissur verlaufen, während ein oder zwei gegenständige dem Vorderhorn zugewendet sind. Liegt diese medio-dorsale Gruppe sehr tief am Grunde des medialen Randes, so kommen die Fortsätze direkt in den Verlauf der Fasern der Commissura alba zu liegen.

L. 2. Die mediale Gruppe vermindert sich besonders im distalen Abschnitt. Die laterale Gruppe tritt deutlich hervor; sie liegt in der nach ventral und lateral ausgewölbten lateralen Zone des Vorderhorns; sie wechselt in ihrer Ausdehnung und Gestalt und auch im Gehalt ihrer Zellen recht oft. Mitunter hat sie Ei- oder Bohnenform, mit der Konkavität nach innen gerichtet. Im distalen Abschnitt von L. 2 ist sie oft in eine ventrale und eine dorsale Untergruppe geteilt; sie kann aber auch mehrfach in kleinere Kerngruppen gespalten sein. Die Zellen dieser lateralen Gruppe fallen durch ihre Größe auf. Im Zwischenraum zwischen der medialen und lateralen Gruppe liegen eine Anzahl lockerer Zellen, die sich auch auf einer kleineren Zahl von Schnitten zu einer Gruppe vereinigen können. Diese Gruppe liegt dann entweder am ventralen Rande oder etwas mehr im Innern des Vorderhorns. Die Zellen dieser Gruppe sind oft von kleinerer Gestalt. Im ganzen aber ist die letztgenannte Gruppe recht unbeständig.

L. 3. Die großen multipolaren Zellen des Vorderhorns bilden zwei Abteilungen, eine mediale und eine laterale. Die mediale ist sehr klein geworden und wird zuweilen nur durch 1—2 Zellen in der medio-ventralen Ecke repräsentiert; ist sie stärker, so verhält sie sich sehr ähnlich wie in L. 2. Auch hier überschreiten nicht selten Zellen den medialen Rand und treten in den Vorderstrang aus. Die laterale Abteilung ist sehr stark angewachsen und enthält zumeist sehr große Zellen. Sie nimmt die ganze laterale Auswölbung des Vorderhorns ein. Dieser laterale Zellkomplex teilt sich nach und nach in verschiedene Untergruppen. Zunächst erkennt man oft, daß sich eine ventrale, kuppelartige Abteilung von einer dorsalen, breiteren Abteilung trennt. Diese dorsale Abteilung spaltet sich wiederum in eine äußere und eine innere Untergruppe. Letztere liegt in der Mittellinie des Vorderhorns, ist aber, weil der ganze laterale Zellkomplex eine mondsichelartige Krümmung zeigt, dem ventralen Vorderhornrande stark genähert. Trotzdem kann sie wohl mit Recht als die zentrale Gruppe bezeichnet werden. Diese drei eben genannten Gruppen, die latero-ventrale, die äußere latero-dorsale und die innere latero-dorsale, bilden

von jetzt ab gleichsam den Grundstock des ganzen lateralen Zellkomplexes. Diese Gruppen, besonders die latero-ventrale mit der äußeren latero-dorsalen, verschmelzen oftmals miteinander zu einer mächtigen Gruppe, die fast am ganzen lateralen ausgewölbten Rande des Vorderhorns entlang reicht. Ebenso sind oft die äußere latero-dorsale und die innere latero-dorsale zu einer Gruppe verschmolzen. Die Stärke der einzelnen drei Abteilungen kann auf den Schnitten sehr wechseln, je nachdem sich das eine Mal Zellen, die der einen Abteilung zugehören, mehr einer andern nähern und dann mit dieser eine Gruppe bilden, das andere Mal das Umgekehrte eintritt. Die drei Abteilungen können sich auch noch weiter spalten.

Außer diesen größeren, ziemlich beständigen Abteilungen des lateralen Zellkomplexes kann man in L. 3 noch gelegentlich zwei kleinere Zellgruppen wahrnehmen. Von diesen liegt die eine hinter der äußeren latero-dorsalen Abteilung nahe an der Stelle, wo der Seitenrand des Vorderhorns zum Hinterhornwinkel einbiegt. Diese Gruppe ist klein und unbeständig, sie enthält kaum mehr als drei Zellen, und in einzelnen Schnitten kann man erkennen, daß sie mit der dorsalen Abteilung in Verbindung steht. Will man sie besonders bezeichnen, so ist es vielleicht zweckmäßig, sie als die retro-dorsale Gruppe des lateralen Zellkomplexes anzuführen. Die andere Gruppe liegt am ventralen Rande des Vorderhorns in einer kleinen Auszackung, ungefähr an der Grenze zwischen dem inneren und mittleren Drittel dieses Randes, mitunter ein bißchen mehr lateral. Auch diese Gruppe ist sehr klein, besteht auch nur aus 1—4 Zellen und ist unbeständig. Sie enthält außerdem gewöhnlich kleinere Zellen als der laterale Zellkomplex. Da sich am ventralen Rande noch weiter einzelne zerstreute Zellen finden, und die eben genannte Gruppe zu unbeständig ist, so sehe ich von einer Benennung derselben ab.

L. 4. Die mediale Gruppe verhält sich wie in L. 3. Im ganzen ist sie schwach entwickelt. Die laterale Gruppe ist sehr stark. Mit der buckelförmigen Ausbuchtung des dorso-lateralen Abschnittes des Vorderhorns in den Seitenstrang ist zunächst eine etwas kleinere ventrale Zellenabteilung von einer größeren dorsalen schärfer getrennt als vorher. Die dorsale Abteilung zieht sich von dieser Ausbuchtung weit ins Innere des Horns hinein, wobei das innere Ende dieser Abteilung dem ventralen Rande näher liegt als das äußere. Dieses äußere füllt die buckelförmige seitliche Auswölbung des Vorderhorns aus, das innere liegt im Zentrum des Vorderhorns. Schlagen

sich nun viele Zellen der dorsalen Abteilung mehr zur ventralen, so schwillt diese mehr an, die andere mehr ab, und umgekehrt. Die dorsale Abteilung kann sich einmal in zwei oder drei Untergruppen teilen, die nebeneinander in ziemlich querer Richtung liegen und verschieden stark sind; sie kann sich aber außerdem noch in querer Richtung spalten, so daß sie dann aus vier kleineren Gruppen besteht. Es kann ferner die retrodorsale Gruppe sich mit der dorsalen vereinigen, und umgekehrt kann von der dorsalen Abteilung (besonders der äußeren Gruppe) ein Teil der Zellen zur retrodorsalen hinwandern, so daß letztere dann stärker ist als gewöhnlich. Es findet eine fortdauernde Veränderung der Gruppenbildung statt, die aufgestellten Grundabteilungen kehren aber konstant wieder. Auch die in L. 3 angeführte kleine Gruppe in einer kleinen Auszackung des ventralen Randes sieht man in L. 4 in einzelnen Schnitten ziemlich deutlich.

L. 5. Im proximalen Abschnitt ist die latero-ventrale Gruppe gut ausgeprägt; sie liegt im latero-ventralen Vorsprung des Vorderhorns und ist von der dorsalen mehr entfernt. Die äußere latero-dorsale Gruppe ist stark; sie ist hier mit der retro-dorsalen verschmolzen, und beide füllen den seitlichen Buckel des Vorderhorns aus; dieser Buckel ist jetzt von dem latero-ventralen Vorsprung durch einen größeren Zwischenraum getrennt. Die innere oder zentrale Gruppe liegt ungefähr an gleicher Stelle wie in L. 4, nur erscheint sie kleiner. Die äußere latero-dorsale Gruppe ist vielfach wieder in zwei kleinere Gruppen gespalten. Ist letzteres der Fall, so besteht der ganze laterale Zellkomplex aus vier Gruppen, die einen nach dem Seitenstrang zu offenen, ziemlich rechten Winkel bilden. Die zentrale Gruppe verändert sich vielfach, bald ist sie von der latero-ventralen, bald von der latero-dorsalen absorbiert, so daß nur zwei große laterale Gruppen bestehen; bald ist sie umgekehrt in zwei isoliert liegende kleinere Gruppen gespalten, so daß dann ein Komplex von fünf Gruppen vorliegt.

Im distalen Abschnitt ist die mediale Zellgruppe so gut wie nicht vorhanden; nur ganz vereinzelt trifft man hier und da wenige große Zellen am medialen Rande, die bis in die vordere Kommissur laufen. Der laterale Zellkomplex ist noch in ziemlich voller Stärke vorhanden, zeigt aber nicht so viel Zerspaltungen wie in L. 4 und L. 3. Entweder sämtliche Zellen sind in zwei große Gruppen geordnet, von denen die eine im latero-ventralen, die andere im latero-dorsalen Buckel des Vorderhorns liegt, oder es sind drei Gruppen, eine latero-ventrale, eine latero-dorsale und eine zentrale,

vorhanden. In wenigen Präparaten kommt auch eine Spaltung in vier Gruppen, in zwei peripherische und zwei innere, vor.

S. 1. Eine mediale Gruppe ist ebensowenig vertreten wie in L. 5. Die laterale Gesamtgruppe ist schon etwas kleiner. Sie besteht in recht vielen Schnitten aus drei, oft ziemlich gleich großen Abteilungen. Diese Abteilungen aber bilden keinen so starken Winkel mehr, sondern lagern sich allmählich in einer etwas schrägen Linie, indem die zentrale Gruppe etwas mehr an die Peripherie gerückt ist. Vielfach liegen die drei Abteilungen so dicht zusammen, daß sie einen großen gemeinsamen Zellzug bilden. Mitunter sind nur eine große halbkreisförmige ventrale und eine eiförmige dorsale Abteilung zu sehen. Letztere kann wiederum nach dorsal zu eine kleine Gruppe abspalten, die Ähnlichkeit mit der in L. 3 genannten retrodorsalen hat.

S. 2. Der laterale Zellkomplex ist in S. 2 bedeutend kleiner geworden. In den proximalen Schnitten besteht er noch aus drei Abteilungen; die Zellen gruppieren sich oft so, daß die mittlere zentrale die größte von den dreien ist. Weiter nach abwärts verschwindet die latero-ventrale Gruppe und es setzen sich an ihre Stelle Zellgruppen des sympathischen Systems (s. weiter unten). Es sind dann nur zwei motorische Abteilungen zu sehen, die in ihrem Zellengehalt wechseln. In den letzten Schnitten von S. 2 ist der laterale Zellkomplex besonders verkleinert und in einzelne ganz kleine Gruppen zersplittert. Die mediale Gruppe fehlt fast vollkommen im proximalen Gebiet von S. 2, im distalen Bezirk aber ist sie stark ausgebildet. Sie liegt gewöhnlich in der medialen vorderen Ecke des Vorderhorns. Auf einer kleinen Anzahl von Schnitten ist außerdem eine neue Gruppe zwischen der lateralen und medialen ziemlich am ventralen Rande zu sehen. Diese Gruppe würde der Zwischengruppe entsprechen, die sehr klein und sehr unbeständig in den oberen Lumbalsegmenten vorhanden war; hier ist sie viel stärker, aber nur auf wenigen Schnitten vorhanden. Sehr auffallend aber sind im distalen Gebiet viele Gruppen von etwas kleinerer Gestalt als die multipolaren großen Zellen, die in kleinen Haufen am ganzen medialen und ventralen Rande des Vorderhorns entlang liegen, bis in den Bezirk der latero-ventralen Gruppe der motorischen Zellen hineinreichen und letztere verdrängen. Sie liegen dicht zusammengedrängt und haben große Ähnlichkeit mit den Zellen des Nucleus sympathicus sacralis (s. weiter unten).

S. 3. Im proximalen und im kaudalen Teil ist eine mediale Gruppe gut ausgebildet. Sie liegt direkt in der medio-ventralen Ecke des Vorderhorns. Der laterale Zellkomplex hat sich wiederum vermindert. Er bietet sich entweder in zwei Gruppen dar, einer kleineren ventralen und einer größeren dorsalen, oder er ist in kleinere Gruppen zerspalten, die in regelmäßigen Abständen am konvexen lateralen Rande entlang lagern. Im distalsten Teil von S. 3 sind nur noch so wenige große Zellen im latero-dorsalen Gebiet, daß man von einer Gruppe schlecht sprechen kann, es folgen schon recht viele Schnitte, wo in der ganzen lateralen Zone nicht eine einzige große motorische Zelle zu sehen ist. Die in S. 3 vorhandenen motorischen Zellen sind außerordentlich groß; es sind wahre Riesenzellen.

S. 4. Man trifft nur noch sehr selten eine große multipolare Zelle im lateralen Gebiet des Vorderhorns. Der laterale Zellkomplex hat an der Grenze zwischen S. 3 und S. 4 sein Ende erreicht. Dagegen ist in S. 4 eine mediale Gruppe, die der vorderen Kommissur dicht anliegt, sehr prägnant ausgeprägt und erscheint ziemlich konstant auf den Schnitten. Sie besteht aus 3—6 großen nahe beieinander liegenden multipolaren Zellen. Sie ist die kaudalste Gruppe der motorischen Zellsäulen des Rückenmarks.

S. 5. Man trifft hin und wieder im Vorderhorn eine große multipolare Zelle, ebenso war auch noch im Coccygealmark hin und wieder eine große Zelle zu sehen.

Die Gruppierung der motorischen großen multipolaren Zellen des Lumbosakralmarks gestaltet sich also folgendermaßen (vgl. Taf. IX).

In der Lumbalanschwellung von L. 3 bis S. 1 kann man folgende Gruppen unterscheiden:

1. Eine mediale Gruppe, Nucleus motorius medialis.

Sie ist in L. 3 und L. 4 schwach entwickelt, sie ist in L. 5 und S. 1 so gut wie nicht vorhanden. Wo sie auftritt, besteht sie aus wenigen Zellen, die entweder in der medio-ventralen Ecke des Vorderhorns oder am medialen Rande desselben liegen. In L. 5 und S. 1 und noch weiter abwärts liegen Gruppen von Nervenzellen in ihrem Bereich, die leicht für Zellen der medialen Gruppe gehalten werden können, aber nicht zu letzterer gehören (s. weiter unten).

2. Eine laterale Gruppe, Nucleus motorius lateralis.

Dieser laterale Zellkomplex ist außerordentlich groß. Er nimmt fast die äußeren zwei Drittel des gesamten Vorderhorns ein und bildet in seiner Gesamtheit einen nach lateral offenen Winkel. Man kann an ihm drei größere konstante und zwei kleinere unbeständige Gruppen unterscheiden.

a) Eine latero-ventrale Gruppe, Nucleus motorius latero-ventralis.

Sie ist hügelförmig oder mehr kreisförmig und nimmt die latero-ventrale Vorwölbung des Vorderhorns ein.

b) Eine latero-dorsale Gruppe, Nucleus motorius latero-dorsalis.

Sie ist von ovaler oder auch kreisförmiger Gestalt und liegt in der lateralen Vorwölbung des Vorderhorns, sie ist im Mittel die größte von allen.

c) Eine innere oder zentrale Gruppe, Nucleus motorius (latero) internus s. centralis.

Sie liegt zwischen a und b ungefähr im Zentrum des Vorderhorns, bald etwas mehr ventralwärts, bald (besonders in den unteren Segmenten) etwas mehr dorsalwärts.

Diejenigen Zellen dieser drei Gruppen, welche der nächstgelegenen benachbart liegen, können nun sich vielfach der Nachbargruppe nähern oder sich mehr von ihr entfernen; nähern sie sich der Nachbargruppe, so wird letztere größer, erstere kleiner. Dadurch entstehen sehr häufige Variationen im Größenverhältnis der einzelnen aufgeführten Hauptgruppen. Die einzelnen Hauptgruppen können aber auch ferner sich mehrfach spalten; dadurch entstehen eine Anzahl von kleineren Gruppen. In der Sagittalrichtung spaltet sich gewöhnlich nur immer die eine oder die andere; so kommt z. B. das Gruppenbild zustande, daß zwei äußere, peripherische Abteilungen und zwei innere, zentrale Abteilungen entstehen[1]. Spalten sie sich aber in querer, transversaler Richtung, so entsteht ein außerordentlich vielgestaltiges Gruppenbild, welches fünf und noch mehr Unterabteilun-

---

[1] Will man sie besonders benennen, so kann man die eine als äußere zentrale oder Nucleus motorius dorso-centralis und die andere als innere zentrale oder Nucleus motorius ventro-centralis benennen.

gen enthält. Das Bild wechselt beinahe auf jedem Schnitt. Es kommt sehr oft vor, daß die eine oder die andere Abteilung ganz zu verschwinden scheint, um dann nach wenigen folgenden Schnitten wieder zu erscheinen.

Die beiden recht unbeständigen Gruppen sind:

d) Eine ventrale Gruppe, Nucleus motorius ventralis.

Diese Gruppe ist in L. 3 und L. 4 in einem kleinen Vorsprunge am ventralen Rande des Vorderhorns gelegen. Sie besteht aus höchstens vier Zellen, die gewöhnlich etwas kleiner sind als die Zellen der großen seitlichen Nachbargruppen. Sie ist, wie gesagt, nur in vereinzelten Schnitten vorhanden und enthält vielfach nur 1—2 Zellen. Im unteren Lenden- und oberen Sakralmark ist sie nicht zu sehen. Nur in S. 2 war auf wenigen Schnitten ein Homologon dieser Gruppe zu beobachten Da aber auch sonst am ventralen Vorderhornrande vereinzelte große Zellen vorkommen, so ist es überhaupt zweifelhaft, ob man diese ganz kleine und unbeständige Ansammlung in L. 3 und L. 4 als besondere Gruppe betrachten soll.

e) Eine retrodorsale Gruppe, Nucleus motorius retrodorsalis.

Diese Gruppe liegt dorsal von der großen latero-dorsalen Abteilung fast dicht am Rande, mit welchem das Vorderhorn in das Hinterhorn übergeht. Sie ist auch ziemlich klein und bildet wahrscheinlich nur eine kleine Abspaltung von der großen latero-dorsalen Abteilung, mit der sie im unteren Lendenmark und im Sakralmark oft verschmolzen ist.

Die Veränderungen, welche nun nach aufwärts und nach abwärts mit diesen Gruppen der motorischen Zellen vor sich gehen, sind folgende:

Nach aufwärts nimmt die mediale Gruppe an Umfang zu, sie ist im proximalen Teil von L. 2 und in L. 1 von ansehnlicher Größe. Sie ist dann zuweilen auch wieder in eine ventrale und eine dorsale Untergruppe geteilt, so daß man alsdann von einem Nucleus motorius medio-ventralis und einem Nucleus motorius medio-dorsalis sprechen kann. In den oberen Lumbalsegmenten hat die mediale Gruppe die Eigentümlichkeit, daß sie mit einzelnen oder mit einem größeren Teil ihrer Zellen bis weit in den Vorderstrang heraustritt.

Der laterale Zellkomplex bildet im proximalen Teil von L. 3 einen nach vorn und innen offenen Winkel und hat in L. 2 eine mondsichel-

förmige oder bohnenartige Gestalt, wobei die konvexe Fläche dem konvexen Seitenrande des Vorderhorns und die konkave Fläche nach medio-ventral gerichtet ist. Es lassen sich hier in L. 2 nur eine latero-ventrale und eine latero-dorsale Abteilung erkennen. Oftmals sind auch diese beiden zu einem einzigen großen Kern verschmolzen. L. 1 bildet das Übergangsgebiet vom Dorsal- zum Lumbalmark; hier ist nur eine verhältnismäßig kleine laterale Gruppe zu sehen, die sich am ganzen abschüssigen Seitenrande des Vorderhorns gewöhnlich in Form von kleineren Gruppen bis zum Nucleus sympathicus cornu lateralis hinzieht.

Nach abwärts ist die mediale Gruppe bis S. 2 dist. auch so gut wie nicht vorhanden. Im distalen Gebiet von S. 2 und in S. 3 ist sie wieder gut ausgeprägt und liegt in der medio-ventralen Ecke des Vorderhorns. In S. 4 ist diese medio-ventrale Gruppe dann wieder verschwunden, und es tritt hier eine neue, ungemein prägnante medio-dorsale Gruppe dicht an der vorderen Kommissur auf, die in S. 4 recht beständig sich hält. Sie besteht aus 5—6 großen multipolaren Zellen. Sie ist die kaudalst gelegene Gruppe der motorischen Kerne des Rückenmarks.

Der laterale Zellkomplex verändert sich abwärts in der Weise, daß die drei (bzw. vier) Zellgruppen nach und nach aus der Winkelstellung mehr in eine schräge ventro-dorsale Linie rücken gemäß der Veränderung, welche der seitliche Rand des Vorderhorns eingeht. Die Gruppen nehmen ferner an Zahl der Zellen ab. In S. 3 ist die latero-ventrale Gruppe gegeschwunden und es bestehen entweder eine größere oder zwei kleinere Zellgruppen, oder der restierende laterale Zellkomplex ist in noch kleinere Gruppen gespalten, die am lateralen Rande des Vorderhorns entlang liegen. Am längsten erhält sich die latero-dorsale Gruppe; sie schwindet am Übergang von S. 3 zu S. 4. In S. 4 und S. 5 trifft man noch hier und da einmal eine vereinzelte Zelle vom Typus der großen motorischen.

Nach dieser im vorstehenden gegebenen Gruppeneinteilung der großen, polygonalen motorischen Zellen des Vorderhorns sollen hier noch folgende Fragen einer kurzen Besprechung unterzogen werden:

1. Ist das ganze Rückenmark durchgehends von einer medialen und einer lateralen Zellsäule durchzogen?
2. Wie verhalten sich die Gruppen des Zervikalmarks bzw. der oberen Anschwellung des Rückenmarks zu denjenigen des Lumbosakralmarks bzw. der unteren Anschwellung?

3. Wie verhalten sich die Zellen dieser Zellsäulen hinsichtlich ihrer Größe in den drei Hauptabschnitten des Rückenmarks?

Was die erste Frage anbetrifft, so kann man sie bezüglich der medialen Zellsäule mit ja beantworten. Wenn sowohl einzelne Schnitte wie ganze Abschnitte getroffen werden, wo man kaum eine oder nur recht wenige Zellen der medialen Gruppe wahrnehmen kann, so sind die Zwischenräume verhältnismäßig kurz, und sie werden schließlich doch immer durch vereinzelt gelagerte Zellen überbrückt. Das Bild der Anordnung der Zellen nach Art eines Rosenkranzes hat eine gewisse Berechtigung, wenngleich man hinzufügen muß, daß die einzelnen Abschnitte des Rosenkranzes sowohl bezüglich ihrer Ausdehnung im Längen- wie im Breitendurchmesser außerordentlich verschieden sind, und daß die Verschmälerung durchaus nicht immer mit dem Anfang bzw. Ende eines Segmentes zusammenfällt, sondern außerordentlich viel öfter wechselt. Stark ist die mediale Gruppe im oberen Halsmark, vornehmlich im distalen Gebiet von C. 3 und im proximalen von C. 4. Dann ist die Gruppe bis D. 1 recht schwach. In D. 1 und D. 2 ist sie wieder voluminös, in den übrigen Dorsalsegmenten von recht schwankendem Umfange, in D. 12, L. 1 und L. 2 ist die Gruppe recht erheblich, wieder dann in L. 3 und L. 4 schwach und in L. 5 und S. 1 ist sie so gut wie nicht vorhanden; in S. 2 und S. 3 wird sie wieder stärker; nach unten zu schließt sie mit der medio-dorsalen prägnanten Abteilung in S. 4 ab.

Bezüglich der lateralen Zellsäule ist die erste Frage meiner Ansicht nach zu verneinen. Diese Zellsäule besteht aus zwei Abschnitten, die durch einen langen Zwischenraum getrennt sind. Der erste, obere Abschnitt ist der laterale Zellkomplex des Zervikal- und oberen Brustmarks, der zweite, untere Abschnitt ist der laterale Zellkomplex des Lumbosakralmarks. Zwischen beiden liegt der lange Dorsalteil des Rückenmarks, der keine laterale Zellgruppe im gleichen Sinne hat. Der laterale Zellkomplex des Zervikalmarks erstreckt sich von C. 1 bis D. 2. Hier hört er vollkommen auf, und es setzt sich weiter nach unten zu nur die mediale Zellsäule fort. Wenn diese letztere in einzelnen Segmenten auch in eine mediale und eine laterale Abteilung getrennt erscheint, so ist letztere nur eine kleine weitere Abspaltung der ganzen medialen Säule, wie sie in Regionen, wo ein großer lateraler Zellkomplex existiert, auch öfters vorkommt; sie ist aber keineswegs identisch mit diesem lateralen Zellkomplexe. Gegen diese Auffassung spricht auch keineswegs der Umstand, daß sich an der Grenze zwischen

Dorsal- und Lumbalmark gleichsam kleine Übergangsgruppen zwischen diesen beiden großen Zellsäulen finden. Wie im oberen Teil an der Grenze zwischen Hals- und Dorsalmark die laterale Säule weit von der medialen abrückt und dann im oberen Brustmark aufhört, während die mediale sich fortsetzt, so ist es auch am unteren Ende (vgl. C. 8 dist. und D. 1, ferner S. 3 und S. 4). Auch hier schiebt sich die laterale immer mehr seitlich von der medialen ab und hört früher auf, während die mediale sich noch weiter fortsetzt. Ebenso wie die Extremitäten besondere Anhängsel des Rumpfes darstellen, so bilden auch die beiden lateralen Zellsäulen besondere Anhängsel an der medialen Stammsäule, die sich durch das ganze Rückenmark fortsetzt.

Was die zweite Frage anbetrifft, so ist eine Ähnlichkeit beider medialen Gruppen im Zervikal- und Lumbosakralmark insofern vorhanden, als beide Male in der Höhe der Hauptanschwellung des Rückenmarks die mediale Gruppe recht schwach ausgebildet ist, während sie darüber und darunter an Größe recht erheblich zunimmt. Eine Homologie der einzelnen Abteilungen der lateralen Zellkomplexe ließe sich nur dann aufstellen, wenn man annähme, daß die kleine unbeständige ventrale Gruppe des Lendenmarks ein Homologon der kleinen, aber ziemlich beständigen latero-ventralen Gruppe des Zervikalmarks wäre. Dann würden diese beiden Zellkomplexe sich entsprechen. Es würde alsdann die latero-intermediäre des Zervikalmarks homolog der latero-ventralen des Lumbosakralmarks sein. Beide stülpen die laterale Vorderhornecke mächtig aus, und die latero-dorsale Abteilung des Zervikalmarks entspräche der latero-dorsalen und zentralen des Lumbosakralmarks, da ja diese zentrale eine Abspaltung der großen latero-dorsalen darstellt. Indessen so verführerisch es ist, diese Homologie aufzustellen, so sind die Gruppenbildungen des Lumbosakralmarks doch nicht so durchsichtig wie diejenigen des Zervikalmarks, weil die Gruppen im ersteren zu stark zusammengeschoben sind. Außerdem, wie erwähnt, ist die von mir als ventrale bezeichnete Zellgruppe zu winzig. Aber vielleicht dürfte eine Untersuchung einmal von Affen und zweitens von niederen Tieren darüber Aufschluß geben.

Was die dritte Frage anbetrifft, so findet man im allgemeinen in der medialen Gruppe im Durchschnitt etwas kleinere Elemente als in der lateralen. Dies tritt im Lumbosakralmark besonders deutlich hervor. In den drei Hauptabschnitten des Rückenmarks verhalten sich die Zellen so, daß

die Zellen des Halsmarks diejenigen des Dorsalmarks an Größe übertreffen, und daß diejenigen des Zervikalmarks wiederum bei weitem von den Zellen des Lumbosakralmarks an Größe übertroffen werden. Im letzteren finden sich wahre Riesenzellen. Jede motorische Zelle innerviert wahrscheinlich eine ganze Anzahl von Muskelfasern, was ja aus dem Vergleich der Anzahl beider mit Sicherheit hervorgeht. Je größer nun eine Nervenzelle, um so mehr Muskelfasern wird sie innervieren. Daraus folgt, daß die motorische Zelle des Lumbosakralmarks ein größeres Innervationsgebiet darstellt als die motorische Zelle des Zervikalmarks und diese letztere wieder ein größeres als die Zelle des Dorsalmarks.

Literatur[1]. Die motorischen großen multipolaren Zellen der Vorderhörner sind von den Autoren am eingehendsten untersucht worden. Dies erklärt sich aus dem Umstande, daß ihre Funktion am frühesten erkannt und einheitlich gedeutet wurde, und daß diese Zellen wegen ihrer Größe selbst den früheren einfachen Untersuchungsmethoden recht gut zugänglich waren.

Der erste, welcher diese Zellengruppen des motorischen Gebiets genau beschrieben und geradezu mustergültig abgebildet hat, war B. Stilling[2]. Er unterscheidet im oberen Halsmark (C. 3) 1. die vordere oder innere Gruppe, 2. die hintere oder äußere Gruppe. Die erstere entspricht nach seinen beigegebenen Abbildungen der medio-ventralen, die letztere der lateralen Gruppe. In den folgenden Halssegmenten bezeichnet er bald die medio-ventrale, bald die latero-ventrale (letztere ganz oder zum Teil) als vordere, innere Gruppe, in anderen Halssegmenten nimmt er auch die latero-ventrale und latero-intermediäre Gruppe als vordere, während er die mediale (wahrscheinlich, weil sie zu klein und nicht recht sichtbar war) gar nicht beachtet. Im ganzen aber ist es geradezu staunenswert, wie genau er bei der einfachen, ihm damals zu Gebote stehenden Methode die Nervenzellengruppen in den Zeichnungen dargestellt hat, so daß man die von mir aufgestellten Abteilungen, fast ebenso, wie sie vorher beschrieben sind, wiedererkennt. In der unteren Hälfte der Lendenanschwellung unterscheidet er 1. die vordere Gruppe; sie liegt in der am meisten nach vorn

---

[1] Es sind hier wie in den übrigen Abschnitten nur die wichtigen Arbeiten berücksichtigt worden; die Literatur über die Zellgruppen des Rückenmarks habe ich erst durchgesehen, nachdem die eigenen Untersuchungen abgeschlossen waren. Es geschah dies, um bei den Untersuchungen ganz unbeeinflußt zu sein.

[2] B. Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Kassel 1859.

und außen vorspringenden Masse, 2. die hintere oder hintere äußere Gruppe; sie liegt an dem hinteren Teil der seitlichen Grenze des grauen Vorderhorns, 3. die innere oder mittlere Gruppe; sie liegt im Zentrum des grauen Vorderhorns, 4. hintere innere Gruppe; sie liegt am hinteren Teil der inneren Grenze des grauen Vorderhorns, unfern der Commissura anterior. Stilling beschreibt ferner fast vollkommen richtig die Veränderungen, welche diese einzelnen Gruppen im Lumbosakralmark eingehen und erwähnt im dritten Sakralsegment eine kleine Gruppe großer Nervenzellen am vorderen Ende des Innenrandes des Vorderhorns. Es ist wohl möglich, daß Stilling die mediale Gruppe hier gesehen hat, welche in S. 4 und auch schon etwas im distalen Gebiet von S. 3 hervortritt und welche, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, die kaudalst gelegene des ganzen Rückenmarks ist. Außer diesen Gruppen erwähnt der Autor, daß zerstreute große Zellen am medialen Rande des Vorderhorns sämtlicher Segmente vorausgesetzt werden müssen, wenn solche auch nicht in den Zeichnungen wiedergegeben worden sind. Schließlich führt er an, daß zerstreute große Zellen überall im Vorderhorn zu finden sind, und daß die Gruppen großer Nervenzellen am Ende von S. 4 vollkommen aufhören, was mit meinen Befunden vollkommen übereinstimmt.

Beisso[1] nimmt im Vorderhorn des Halsmarks vier Gruppen an, 1. innere Gruppe, 2. äußere Gruppe; diese zerfällt wieder in a) eine vordere, b) eine hintere; und 3. eine besondere Gruppe, die zwischen der inneren und der vorderen äußern liegt. Diese Einteilung würde mit der von mir gegebenen vollkommen übereinstimmen.

Die zweite, genauere Beschreibung der Vorderhornzellen, wie der Zellen des Rückenmarks überhaupt, befindet sich in der bedeutsamen Arbeit von W. Waldeyer[2].

Waldeyer unterscheidet von großen multipolaren Zellen im Vorderhorn 1. eine mediale vordere Gruppe, 2. eine mediale hintere Gruppe, 3. eine laterale vordere Gruppe und 4. eine laterale hintere Gruppe. Die medialen Gruppen sind gering bevölkert; die hintere mediale ist noch spärlicher als die vordere, sie besteht aus kleineren Zellen. Die laterale vordere Gruppe geht nach Ansicht dieses Autors durch die ganze Länge des

---

[1] Beisso, Del midollo spinale. Genova 1873. (Zitiert nach Waldeyer).

[2] W. Waldeyer, Über das Gorillarückenmark. Sitzungsber. der Berl. Akad. d. Wiss. 1888.

Rückenmarks. Im unteren Halsmark nimmt sie genau die laterale obere Ecke des Vorderhorns ein und bleibt hier auch im oberen Dorsalmark. Die laterale hintere Gruppe ist die stärkste, im mittleren Dorsalmark ist sie von der vorigen nicht zu trennen. Im unteren Halsmark zeigte sich an vielen Schnitten eine besondere kleine Gruppe (in den Figuren mit *a* bezeichnet), welche an dem sehr breiten vorderen Rande des Vorderhorns die Mitte einnimmt und hier einen kleinen Vorsprung bedingt. (Diese Gruppe entspricht meiner latero-ventralen.) Waldeyer erwähnt ferner, daß die laterale vordere Gruppe häufig in zwei Untergruppen zerfällt, von denen die eine mehr medial und hinten, die andere mehr lateral und vorn gelegen ist. (Diese Untergruppen entsprechen genau dem von mir angegebenen Nucleus latero-intermedius externus und internus.) Die mediale Untergruppe ist nach Waldeyer gewöhnlich die größere. Die laterale hintere Gruppe erscheint dem Autor am seltensten abgeteilt; hin und wieder traf er auch wieder eine weitere Zerlegung mit verschiedener Anordnung. Für die tieferen Halssegmente wäre dann das Zunehmen der lateralen vorderen und lateralen hinteren Gruppe charakteristisch; beide Gruppen seien oft nicht scharf getrennt, die hintere laterale Gruppe hätte zuweilen 3—4 Untergruppen. Im ganzen also stimmt die Einteilung der Zervikalgruppen nach Waldeyer vollkommen mit der von mir gegebenen überein. Der Hauptunterschied ist der, daß Waldeyer die kleine Gruppe im Vorsprung des ventralen Vorderhornrandes als eine besondere für sich betrachtet, während sie nach meinen Untersuchungen die Fortsetzung der latero-ventralen Gruppe der oberen Zervikalsegmente ist.

Für das untere Lumbalmark führt Waldeyer an, daß die lateralen Zellen drei Gruppen zeigen, eine vordere periphere, eine vordere zentrale und eine hintere. Die ersten beiden entsprechen der vorderen lateralen Gruppe. Im Sakralmark unterscheidet der Autor noch eine mediale vordere und eine mediale hintere Gruppe; die lateralen Gruppen lägen auch hier in 3 Gruppen, eine vordere, mittlere und hintere. Die größte sei die vordere, die hintere wäre klein und sei nur von der mittleren abgetrennt. In S. 4 sah Waldeyer eine mediale vordere Gruppe und die laterale Gruppe und in S. 5 und im Coccygealmark unterschied er Medial- und Lateralzellen des Vorderhorns. Waldeyer schließt sich der Anschauung Schwalbes (Neurologie 1881) an, daß die Gruppen im Rückenmark segmentale Anordnung aufweisen.

Von neueren Autoren gibt Ziehen in seiner »Anatomie des Rückenmarks und Gehirns, Jena 1899« eine allgemeine, etwas ausführliche Beschreibung der Vorderhornzellen. Er sagt: Die Verteilung und Anordnung der Ganglienzellen im Querschnitte scheint auf vielen Schnitten keinerlei Regelmäßigkeit zu zeigen, auf anderen lassen sich hingegen sehr gut vier Hauptgruppen, eine ventro-mediale, ventro-laterale, dorso-mediale und dorso-laterale erkennen, welche den vier Ecken des Vorderhorns entsprechen. Von den aufgeführten Gruppen ist die dorso-laterale gewöhnlich die mächtigste oder wenigstens ebenso mächtig wie die ventro-laterale. Die einzelnen Gruppen werden dann in ihrem Verlaufe durch das ganze Rückenmark etwas näher beschrieben. Aus der Beschreibung geht hervor, daß auch dieser Autor (wie wohl überhaupt die Mehrzahl der Autoren, Bruce ausgenommen) der Ansicht ist, daß die laterale Zellgruppe durch das ganze Rückenmark durchgeht, während ich eine gegenteilige Ansicht vertrete, die ich vorher (S. 21) begründet habe. Hervorzuheben ist ferner, daß auch Ziehen im unteren Halsmark zwischen der ventro-medialen und der ventrolateralen Gruppe am ventralen Rande des Vorderhorns eine kleine, besonders scharf abgegrenzte intermediäre Zellgruppe gefunden hat. Das ist dieselbe Gruppe, die schon Stilling abgebildet, die von Beisso vielleicht zuerst direkt beschrieben wurde, und die auch Waldeyer besonders hervorhebt. Während aber Waldeyer den Vorsprung, in welchem diese kleine Gruppe liegt, mit dem von Obersteiner in seiner »Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane 4. Aufl. 1901« S. 258 abgebildeten richtig identifiziert, meint Ziehen, daß dieser Vorsprung und die darin liegende Zellgruppe mit dem von Obersteiner angegebenen Vorsprunge nichts zu tun hätte. Dieser letztere Vorsprung sei die vordere laterale Ecke des Vorderhorns. Meine Untersuchungen haben erwiesen, daß der in Frage kommende kleine Vorsprung am ventralen Vorderhornrande die Fortsetzung der lateralen Vorderhornecke bildet. Der in C. 4, C. 5 und C. 6 nach hinten abschüssige Teil des lateralen Vorderhornrandes wölbt sich in C. 7 nach ventro-lateral buckelförmig aus. Dieser Buckel nimmt alsdann die laterale Ecke des Vorderhorns ein, während die frühere seitliche Ecke des Vorderhorns dadurch in die Mitte des Vorderrandes zu liegen kommt und sich in dieser vorspringenden Zacke erhält. Die Gruppe von Zellen, die in dieser Zacke liegt, entspricht demgemäß vollkommen der latero-ventralen Gruppe der oberen Zervikalsegmente, woraus sich dann die von mir ge-

gebene Einteilung des lateralen Zellkomplexes als die rationellste ergibt. Diese Einteilung ist vor mir vielleicht schon von Beisso angedeutet worden.

Will man die zerstreuten großen Zellen des Vorderhorns als besondere Klasse anführen, wofür Ziehen besonders eintritt, so ist dagegen nichts einzuwenden, man müßte dann aber ebenso besondere abgesprengte Gruppen nach der weißen Substanz anführen. Ich halte dies aber nicht für ratsam, weil dies eine zu große Zersplitterung ergeben würde. In der Mehrzahl der Fälle liegen die zerstreuten Zellen in der Nachbarschaft oder im Bereich der einen oder anderen Gruppe, und auch die in die weiße Substanz abgesprengten Zellen oder Zellgruppen lassen sich ohne Schwierigkeit den bekannten Gruppen vollkommen einordnen. Für letztere will ich nochmals gegenüber anderen Ansichten hervorheben, daß man sie stets auf ausgezogenen kleinen Strichen oder kleinen Inseln von grauer Substanz liegen sieht.

Aus neuerer Zeit sind dann noch drei bedeutsame Arbeiten von Van Gehuchten und de Neef[1], von B. Onuf[2] und von Alexander Bruce[3] anzuführen.

Van Gehuchten und de Neef haben die Zellgruppen des Lumbosakralmarks bei einem dreijährigen Kinde auf einer Schnittserie sehr eingehend untersucht und erhielten folgende Resultate: Im ganzen ersten und im zweiten Lumbalsegment fanden sie zwei kleine Gruppen, eine antero-interne und eine antero-externe. Letztere sei die Fortsetzung analoger Gruppen des Dorsalmarks. (Meine gegenteilige Ansicht habe ich vorher näher begründet.) Vom dritten Lumbalsegment an vermehrt sich die Zahl der Zellen ziemlich schnell, und diese Vermehrung reicht bis zum ersten Sakralsegment, um dann wieder abzunehmen und fast vollkommen im oberen Teil des vierten Sakralsegmentes zu verschwinden. Der Abschnitt des Rückenmarks zwischen dem dritten Lumbalsegment und dem vierten Sakralsegment enthält alle Zellen für die Muskeln der unteren Extremität. Im dritten Lumbalsegment erscheinen zwei neue Gruppen,

---

[1] Van Gehuchten und de Neef, Les noyaux moteurs de la moelle lombo-sacrée. Le Nevraxe Vol. 1. 1900.

[2] B. Onuf, Notes on the arrangement and function of the cell groups in the sacral region of the spinal cord Journ. of nerv. and ment. dis. Vol. XXVI, p. 498. Vgl. Jahresbericht f. Neurol. und Psych., Bd. III, S. 138.

[3] Alexander Bruce, A topographical atlas of the spinal cord. Edinburg, Williams & Nurgate 1901.

eine antero-laterale und eine zentrale. Die Gruppen nehmen an Volumen in L. 4 zu, um am oberen Rande von L. 5 zu verschwinden. In diesem Niveau erscheinen drei neue Zellkolonnen, eine antero-externe, eine postero-laterale und eine dritte, welche mit dem kaudalen Teil der früheren zentralen wieder eine zentrale Gruppe bildet. Im ganzen fünften Lumbalsegment findet man nur die drei eben genannten Gruppen; die gleichen Gruppen sind in S. 1 vorhanden. Am Anfang des zweiten Sakralsegmentes tritt eine neue Zellsäule, hinter und nach außen von der postero-lateralen Säule auf, das ist der post-postero-laterale Kern von Onuf (s. weiter unten), welchen die Autoren als sekundäre postero-laterale Gruppe bezeichnen. Im unteren Teil von S. 2 verschwinden die antero-laterale und zentrale Abteilung und zu gleicher Zeit entfalten sich stärker die postero-laterale und post-postero-laterale Gruppe. In S. 3 trifft man nur die beiden letztgenannten Gruppen. Die postero-laterale Gruppe verschwindet in der Mitte von S. 3, während die post-postero-laterale bis Anfang von S. 4 zu verfolgen ist. Die Autoren haben auch versucht, die Länge, Dicke und Lagerung dieser Zellgruppen in einem Schema darzustellen. Die antero-externe, die postero-laterale und die post-postero-laterale sind gut abgegrenzte Gruppen, die anderen nicht. Eine ähnliche Zellgruppierung soll sich nach Ansicht von Van Gehuchten (Anatomie du système nerveux, Louvain, 1906) in der Halsanschwellung von C. 4—D. 1 finden.

Die konstanten Gruppen, latero-ventrale, latero-dorsale und zentrale, konnten Van Gehuchten und de Neef auch feststellen; die übrigen sind nach Ansicht der Autoren nicht konstant, genau so, wie ich es vorher gesagt habe. Bei dieser Sachlage ist es mir eigentlich unverständlich, wie es den Autoren möglich gewesen ist, das Verschwinden der einen bzw. anderen Zellsäule festzustellen. Verfolgt man nämlich die Kerne auf hintereinander folgenden Schnitten, so hört bald hier und bald dort einmal eine Gruppe auf, um aber bald wieder zu erscheinen; man könnte also mindestens 20 Zellsäulen aufstellen, wenn man sich nach diesem Phänomen richtete. Ich halte es deshalb für unmöglich, einzelne bestimmte Zellsäulen der Längsrichtung nach abzugrenzen. Dieser Zellkomplex ist vielmehr vergleichbar einem Wabenbau mit recht ungleichen Zwischenräumen; aber so groß oder klein der Zwischenraum ist, immer besteht ein kontinuierlicher Übergang der einen Zellgruppe zur anderen, und wenn er auch an dieser oder jener Stelle gelockert oder aufgehoben erscheint, so ist das nur eine

Täuschung durch den Schnitt, der eben gerade einen Zwischenraum getroffen hat; nach mehreren Schnitten weiter ist der Zusammenhang zwischen zwei benachbarten Kernen wieder vorhanden.

Die Arbeit von Onuf ist mir leider im Original nicht zugänglich gewesen. Der Autor gibt (nach dem Referat im Jahresbericht für Neurologie und Psychiatrie) eine Anschauung von dem Wandel in der Ausbildung der Zellgruppen der Vorderhörner von L. 1—S. 5 beim Menschen. Vordere und hintere mediale Gruppe treten von L. 2 (hintere Gruppe) bzw. L. 4 sehr schwach auf, um im Bereich von S. 3 (bzw. S. 2 und S. 3) mittelstark vertreten zu sein und dann zu verschwinden. Die antero-laterale Gruppe nimmt von L. 2—S. 1 stark zu, um dann schnell abzunehmen; von S. 2 an ist sie verschwunden; die post-laterale Gruppe, welche in L. 1 noch deutlich ist, zeigt sich dann bis L. 4 kaum angedeutet(?), um in L. 5, S. 1 und im proximalen Teil von S. 2 sehr stark, im distalen Teil von S. 2 sehr schwach und von da ab gar nicht mehr aufzutreten. An die Stelle der letzteren Gruppe erhebt sich eine solche, welche (zuerst hinter ihr gelegen, also post-postlateral) in S. 1 auftritt und sich bis zum distalen Teil von S. 3 erstreckt. Die lateralen Zellgruppen des Vorderhorns (antero-post- und post-postlaterale) nimmt der Autor mit van Gehuchten und de Buck (Contribution à l'étude des localisations des noyaux dans la moelle lombo-sacrée, Revue neurol. 1898) sowie Sano (Les localisations motrices dans la moelle lombo-sacrée, Journ. de Neurol. et d'Hypnol. 1897, Nr. 13) für die Beherrschung der Beinmuskeln in Anspruch, die anteromediale Gruppe im Anschluß an Kaiser (Die Funktionen der Ganglienzellen des Halsmarkes, Haag 1891) für die Rumpfmuskeln, die posteromediale für die Perinealmuskeln und die Sphinkteren.

A. Bruce sagt über die Vorderhornzellengruppen des menschlichen Rückenmarks, die er auch in seinem schönen Atlas naturgetreu abbildet, folgendes: Die mediale Gruppe ist durch das ganze Rückenmark vertreten, mit Ausnahme von L. 5, S. 1 und oberer Hälfte von S. 2. Die Zellen versorgen die Muskeln des Rumpfes. Die antero-mediale Gruppe erreicht ihr Maximum in C. 4 und C. 5. Bruce unterscheidet hier noch eine etwas äußere und nach hinten gelegene kleine Gruppe, welche das spinale Zentrum des Phrenikus darstellen soll. (Nach Untersuchungen von Kohnstamm, Zur Anatomie und Physiologie des Phrenikuskerns, Fortschritte der Medizin 1898, Nr. 7, und von Sano, Nucleus diaphragmae,

Étude sur l'origine réelle du nerf diaphragmatique, Journ. med. de Bruxelles 1898, Nr. 42 scheint die Kerngruppe doch mehr dem von mir benannten Nucleus latero-intermedius internus zu entsprechen). Am distalen Ende von C. 8 schwillt die mediale Gruppe wieder an, um durch das ganze Dorsalmark zu gehen. In L. 1 — L. 3 liegen wenige Zellen in einem kleinen antero-lateralen Winkel, welche der Autor zur medialen Gruppe rechnet, oder die er als eine spezielle Gruppe rechnet, welche keine Beziehung zur antero-lateralen Gruppe hat. Die mediale Gruppe erscheint dann wieder im distalen Teil von S. 2 und setzt sich bis S. 4 fort, wo sie auf dem Schnitt durch etwa 10 Zellen von beträchtlicher Größe repräsentiert wird. Die laterale Gruppe teilt Bruce im Halsmark in eine antero-laterale und eine postero-laterale. In C. 7 und C. 8 soll noch dazu eine post-postero-laterale kommen. Diese letztere soll besonders stark in D. 1 sein. Die laterale Zellsäule ist nicht vertreten im Dorsalmark, eine Anschauung, die auch ich vorher, S. 21, begründet habe. Im Lumbosakralmark findet man eine antero-laterale und eine postero-laterale Gruppe bis zum unteren Ende von S. 2 bzw. S. 3. Von L. 2 bis zu S. 2 (prox.) ist außerdem eine zentrale Gruppe vorhanden, welche nach innen von den beiden vorigen liegt. In S. 1, S. 2 und S. 3 fand der Autor noch eine schmale Gruppe hinter der postero-lateralen, welche der post-postero-lateralen von Onuf entsprechen soll. Bezüglich der Veränderung, welche mit der lateralen Ecke des Vorderhorns im Halsmark vor sich geht, sagt der Autor folgendes: »Within the sixth segment a remarkable change, at first sight difficult to interpret, takes place in the position and size of the antero-lateral group. The antero-lateral angle and with it, its corresponding group of cells, become displaced in an inward direction. The number of cells within the group diminishes rapidly and at the same time, between it and the postero-lateral group a new collection of cells appears. This group is the cause of the projection seen between the antero-lateral and postero-lateral angles.« Aus dem Gesagten entnehme ich, daß Bruce über das Entstehen des vorderen seitlichen Vorsprungs des Vorderhorns in C. 7 derselben Ansicht ist wie ich, und daß auch er meint, daß die vorher (proximal) im lateralen vorderen Winkel gelegene Zellgruppe nach einwärts geschoben wird und dabei gleichzeitig an Volumen abnimmt. Nur irrt der Autor, wenn er sagt, daß dann erst die neue (intermediäre) Gruppe auftritt. Diese war auch schon vorher da,

nur tritt sie jetzt stärker hervor. Bruce meint, daß Hals- und Lumbosakralmark in der Zellgruppierung des lateralen Zellkomplexes eine große Ähnlichkeit zeigen; auch Bruce ist der Ansicht, daß die Zellen der Lumbosakralregion größer sind als diejenigen des Dorsalmarkes, und die des letzteren kleiner als die Zellen des Zervikalmarkes. Die Bestimmung und Abgrenzung der motorischen Gruppen bei Bruce hat viel Übereinstimmendes mit der meinigen. Nur über das Aufhören von einzelnen Gruppen und das Auftreten von neuen bin ich etwas anderer Ansicht als er und die vorher genannten Autoren. Die verschiedene Ansicht kann darin ihren Grund haben, daß die Autoren keine vollständige Serie zur Verfügung hatten, was bei Bruce ja sicher zutrifft, da er nur jeden zehnten Schnitt untersucht hat. Indessen es ist auch möglich, daß Varietäten vorkommen.

Das untere Ende der motorischen Kernsäulen geben die Autoren verschieden an. Einzelne konnten die Kerne bis zur unteren Grenze von L. 4, andere nur bis L. 3 verfolgen. Wahrscheinlich hängt die Differenz von der mangelhaften Bestimmung der Segmente ab.

Daß die motorischen Zellen des Lumbosakralmarks diejenigen des Zervikalmarks an Größe übertreffen, ist bei Tieren schon von einer Anzahl von Autoren beobachtet worden, so in neuster Zeit wieder von Warnke. (Über Beziehungen zwischen Extremitätenentwicklung und anatomischen Formverhältnissen im Rückenmark. Vgl. Anatomische Untersuchungen über das Rückenmark. Journ. f. Psychol. u. Neurol. Bd. III, S. 257) und von Schmidt (ebenda Bd. IX, Heft 1/2).

2. Nuclei sympathici medullae spinalis.

Mit diesem Namen werden eigenartige Zellformationen bezeichnet, welche nach den bisherigen Untersuchungen im Seitenhorn bzw. in der intermediären Zone zwischen Vorder- und Hinterhorn gelegen sind. Diese Zellformationen sind von B. Stilling als »Seitenhorngruppe«, von L. Clarke als »Intermediolateraltrakt«, von Waldeyer als »Seitenhornzellen« benannt worden.

Ebenso wie die großen multipolaren Vorderhornzellen zweckmäßig als Nuclei motorii bezeichnet werden, um mit dem Namen gleich auf ihre Funktion hinzuweisen, so ist es auch wohl angebracht, obige Zellformationen als Nuclei sympathici zu benennen, da ihre Beziehungen zum pe-

ripherischen sympathischen System durch die Arbeiten von Gaskel, Sherrington, Langley, Onuf und Collins, Herring, mir, Bruce und Pirie u. a. wohl zweifellos feststehen. Es gibt im menschlichen Rückenmark nach meinen Untersuchungen drei solcher Zellformationen:

a) Nucleus sympathicus **lateralis** superior s. thoracalis, s. cornu lateralis,

b) Nucleus sympathicus **lateralis** inferior s. sacralis,

c) Nucleus sympathicus **medialis** inferior s. lumbo-sacralis.

Die obere laterale Kernsäule des sympathischen Systems (a) erstreckt sich von C. 8 bis zum oberen Abschnitt von L. 3, die untere, laterale Kernsäule (b) von S. 2 bis ins Coccygealmark und die dritte mediale untere Kernsäule (c) von L. 4 bis gleichfalls ins Coccygealmark; b und c verschmelzen im untersten Rückenmarksabschnitt zu einem gemeinsamen Areal.

Obwohl sich schon aus der Aufstellung dieser Abteilungen ergibt, daß ich solche Zellformationen im übrigen Rückenmark nicht gesehen habe, so sei doch noch einmal hervorgehoben, daß im ganzen Halsmark mit Ausnahme von C. 8 deutliche Gruppen solcher Zellen sympathischer Art nicht zu konstatieren waren. Ob vereinzelte derartige Zellen im übrigen Rückenmark vorkommen, dies zu entscheiden, ist auf Grund des angewandten Färbungsverfahrens nicht möglich, obwohl der Beschauer von einzelnen Zellen hier und da den Eindruck gewinnt, sie könnten den sympathischen homolog sein. Erwähnt muß aber werden, daß auch noch in tieferen Lumbalsegmenten an der seitlichen Grenze zwischen Vorder- und Hinterhorn in vereinzelten Schnitten kleine Gruppen von Zellen zu beobachten sind, die den sympathischen mindestens sehr ähnlich sehen.

a) Nucleus sympathicus lateralis superior s. cornu lateralis.

Der Nucleus sympathicus lateralis superior medullae spinalis beginnt im distalen Abschnitt von C. 8. Er ist in diesem Segment nur auf einzelnen Schnitten in seiner hervorstechenden Art ausgeprägt; sehr viel besser tritt er in D. 1 hervor, wo er auch ziemlich konstant auf den Schnitten erscheint. Schon im distalen Abschnitt von C. 8 und noch mehr in D. 1 ist die laterale Peripherie des Vorderhorns verschmälert und nach außen stark konvex abgerundet. In dieser Abrundung liegt der laterale Komplex der großen motorischen Nervenzellen. In den proximalen Schnitten von D. 1 ebenso wie in C. 8 liegt der Nucleus sympathicus am dorsalen

Rande der abgerundeten seitlichen Vorderhornecke; von hier aus wandert der Kern, wenn man ihn weiter distalwärts in D. 1 verfolgt, an Größe zunehmend, direkt nach der stumpfen seitlichen Vorderhornecke zu und hält diese Ecke besetzt. Er liegt hier stets dicht nach außen von den motorischen Zellen der lateralen Gruppe, wobei er auch mitunter diese stumpfe seitliche Vorderhornecke bogenartig umfaßt. In den kaudalen Schnitten von D. 1 spitzt sich die laterale Ecke des Vorderhorns scharf zu, und alsdann liegt der Kern direkt in dieser Spitze.

Der Kern ist so charakteristisch, daß er sofort aus allen anderen Zellen und Zellkernen heraus zu erkennen ist. Charakteristisch sind seine Lage, die Art und Größe seiner Zellen und vor allem auch der Umstand, daß diese Zellen dicht gedrängt in einem oder in mehreren Haufen zusammenliegen.

D. 1. Die Zellen des Nucleus sympathicus sind ungefähr halb so groß wie die daneben liegenden des lateralen Zellkomplexes des Vorderhorns. Sie sind polygonal, aber mit ganz abgestutzt aussehenden Fortsätzen, so daß sie bei schwächerer Vergrößerung rundlich oder ovoid erscheinen; bei solcher Vergrößerung sehen sie auch fast vollkommen homogen, ja vielfach glasig aus. Der Nucleus sympathicus als ganze Zellformation hat große Ähnlichkeit mit dem dorsalen Vaguskern der Medulla oblongata. Im allgemeinen ist die Gruppe in den proximalen Schnitten von D. 1 verhältnismäßig klein (5 bis 15 Zellen), in der Mitte von D. 1 und in den kaudalen Schnitten dieses Segmentes kann sie bis auf 30 Zellen anwachsen. Die Zellen erscheinen rundlich, eckig, oval und polygonal, sie besitzen einen großen, hellen Kern und ein deutliches Kernkörperchen. Der Zelleib enthält um den Kern am Rande einen Saum von kleinen Nißlschen Schollen. Hier und da scheinen auch einzelne Zellen etwas gelbes Pigment zu besitzen.

D. 2. Der Nucleus sympathicus ist ziemlich konstant, in den aufeinanderfolgenden Schnitten ziemlich regelmäßig an- und abschwellend. Er liegt überwiegend in der Spitze des Seitenhorns. Vergleicht man letzteres mit dem Ursprung des Achsenzylinders aus einer Nervenzelle, so trifft man im breiten basalen Teil des Ursprungskegels hin und wieder eine dichte Ansammlung ganz kleiner Zellen von rundlicher, eventuell kleinkeulenförmiger Gestalt. Es ist sehr verlockend, auch diese Zellen zur Seitenhorngruppe zu zählen. Indessen ist dies mehr als zweifelhaft. Einmal haben diese kleinen Elemente nicht das charakteristische Aussehen wie die Zellen der Seitenhorn-

spitze, zweitens sammeln sie sich selten zu dichten Haufen an, was die Formation des Sympathicus meistens tut, und schließlich, wenn man den auf solche Ansammlung folgenden Schnitt untersucht, findet man sie nicht mehr. Ich bin deshalb nicht geneigt, diese kleinen Elemente zur gleichen Formation des Nucleus sympathicus zu rechnen. Charakteristisch sind nur die etwas größeren Elemente, die in D 2 fast ausschließlich in der ausgezogenen Spitze des Seitenhorns liegen. Allerdings kann es vorkommen, daß diese ausgezogene Spitze auf einzelnen Schnitten wie abgetrennt vom Seitenhorn liegt und man dann zwei Abteilungen des Kerns, die eine auf der abgetrennten Spitze und die andre auf dem Festlande des Seitenhorns, beobachtet. Diese größeren Elemente des Kerns, welche für ihn charakteristisch sind, erscheinen nun auf den Schnitten noch verschieden groß. Das liegt aber wohl mehr in der verschiedenen Art, wie sie vom Schnitt getroffen sind, ob mehr in der Längsachse, dann erscheinen sie spindel- oder keulenförmig, oder in Kaulquappenform, oder mitten in der Querachse, dann sind sie mehr rundlich bzw. abgestutzt u. dgl. mehr. Die Zellen liegen oft kettenförmig nebeneinander. In einzelnen Schnitten machen sie einen ziemlich umfangreichen Zellkomplex aus.

D. 3. Der Nucleus sympathicus ist im ganzen wie vorher; in einer nicht geringen Anzahl von Schnitten ist er recht groß (30—40 Zellen enthaltend). Durch strahlige Aufsplitterung der Spitze des Seitenhorns ist er gleichfalls oft in seinen äußeren Teil strahlenartig aufgesplittert. Er nimmt hier in D. 2 auch mehrfach einen Teil der Basis des kegelförmigen Seitenhorns ein und zieht sich etwas zum Winkel nach dem Hinterhorn hin. Die Zellen liegen wie Mosaiksteine sehr dicht zusammen, oder ziehen sich in einer Reihe am dorsalen Rande des Seitenhorns hin. An einer Anzahl von Präparaten macht es den Eindruck, als ob der Nucleus sympathicus auch noch ziemlich weit nach innen in den sogenannten Confluens substantiae griseae (Zwischenteil der grauen Substanz) aussprüht.

D. 4. Der Nucleus sympathicus teilt sich zuweilen in drei Gruppen; die eine derselben liegt an der Spitze des Seitenhorns; sie ist die konstanteste. Die zweite liegt am dorsalen Rande des Seitenhorns nahe am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn; diese Gruppe wird recht oft getroffen und hat die Eigenschaft, daß sie sich nach innen etwas zuspitzt, wie wenn sie auf die vordere Kommissur zulaufen wollte. Beide Gruppen sind vielfach durch einen am dorsalen Rande des Seitenhorns laufenden Zellzug gleicher

Art verbunden; die dritte Gruppe, die sehr selten isoliert wahrgenommen wird, ist eine Abspaltung von Zellen des Gesamtkerns am ventralen Rande des Seitenhorns. In der Gruppe der Seitenhornspitze selbst liegen einzelne Zellen, die besonders groß erscheinen, und die den Zellen des Kerns der oberen Trigeminuswurzel sehr ähnlich sehen. Zu erwähnen wäre noch, daß einzelne Zellen des Nucleus sympathicus auch dorsal in den Processus reticularis ausstrahlen. Verbinden sich alle Abteilungen zu einem Komplex, so ist die Zellgruppe von recht ansehnlichem Umfange. Recht zahlreich sind hier in D. 4 auch Zellen gleicher Art, die in den Confluens substantiae griseae ausstrahlen.

D. 5 und D. 6. Der Nucleus sympathicus ist in vielen Schnitten gut ausgeprägt. Am konstantesten sind immer die Zellen in der Spitze des Seitenhorns selbst. Viele aussprühende im Confluens cornuum.

D. 7 und D. 8. Der Nucleus sympathicus ist im ganzen etwas reichlicher als in D. 6. Er zeigt auch einen ziemlich regelmäßigen Turnus in der Art, daß die Gruppe an- und abschwillt. Ist die Gruppe gut ausgeprägt, so zieht sie sich bis zum Winkel nach dem Hinterhorn hin, entweder kontinuierlich oder auf diesem Wege in zwei, mitunter sogar in drei kleinere Untergruppen zerfallend. Auch in diesen kleineren Gruppen liegen die Zellen dicht gedrängt zusammen, aber man begegnet auch Schnitten, wo sie ein wenig lockerer gelagert sind. Besonders zu betonen ist, daß in solchen Schnitten, in welchen die charakteristischen Zellen dieser Gruppe fehlen, das Seitenhorn und die angrenzende Partie des Hinterhorns von vielen kleinen Elementen angefüllt ist, die nicht die Charaktere der Zellen des sympathischen Kerns an sich tragen. In anderen Schnitten können diese kleineren Elemente, die recht vielgestaltig sind, sich unter die typischen sympathischen Zellen einmischen, so daß dann die Abgrenzung der letzteren gewisse Schwierigkeiten bietet.

D. 9 und D. 10. Der Nucleus sympathicus ist oft gut abgegrenzt. Die größeren Elemente des Kerns findet man mehr in der Spitze des Kerns, sie fehlen freilich auch nicht in den übrigen Teilen desselben. Die kleineren Elemente andersartiger Natur ergießen sich oft mückenschwarmartig vom Winkel des Seiten- und Hinterhorns in den Confluens cornuum, in den Processus reticularis und in das Seitenhorn hinein und sind besonders dann zahlreich, wenn der Nucleus sympathicus stellenweise unterbrochen ist und nur wenige Zellen enthält.

D. 10. Nucleus sympathicus mitunter in 2—3 kleinere Gruppen geteilt, die sich bis zum Seitenhinterhornwinkel entlang ziehen.

D. 11. Der Nucleus sympathicus nimmt an Umfang zu; besonders der zu dem vielfach genannten Winkel gehende Zug ist breiter als in den früheren Segmenten.

D. 12. Der Nucleus sympathicus erreicht in diesem Segment seine Hauptstärke. Er hat auch hier seinen Hauptstützpunkt in der Spitze des Seitenhorns. Von hier aus erstreckt er sich einmal etwas ventral am lateralen Rande zum Vorderhorn zu, hauptsächlich aber breitet er sich in der Richtung nach dem Seitenhinterhornwinkel zu aus. Die Zellen erscheinen an der Spitze des Hornes etwas größer. Während diese Zellen an der Spitze vielfach wie rundliche oder längliche Bläschen aussehen, bieten die anderen meist eine lang hingestreckte Form dar, wobei sie bald keulenförmig, spitz dreieckig, aber dabei fast fortsatzlos, oder lanzettförmig, oder spermatozoenförmig, oder kaulquappenartig gestaltet sind. Man sieht oft zwei scheinbar getrennte Abteilungen des Kerns, eine an der Spitze des Seitenhorns und eine nahe am Seitenhinterhornwinkel; indessen kann man sich meist auf folgenden Schnitten überzeugen, daß beide Abteilungen miteinander zusammenhängen. Ich halte diesen Umstand zur Deutung gegenüber anderen Zellansammlungen in der Nähe der genannten Winkel für sehr wichtig. Während sonst die am dorsalen Rande des Seitenhorns sich hinziehende Zellschicht des Nucleus sympathicus recht schmal ist, wird sie hier in D. 12 oftmals recht breit. Die Zellen derjenigen Abteilung des Kerns, welche nahe dem Seitenhinterhornwinkel liegt, sind oft mit ihrer Längsachse senkrecht zum Seitenhornrande gerichtet, und indem sie sich nach dem Innern der grauen Substanz zusammenballen, sieht es oft so aus, als wollten sie auf die weiße Kommissur lossteuern.

L. 1. Im proximalen Gebiet von L. 1 ist der Nucleus sympathicus ungefähr so gestaltet und ziemlich so stark entwickelt wie in D. 12. Mitunter hat er im ganzen eine mondsichelartige Gestalt, indem er sich ins Innere des Hornes vorwölbt; im distalen Teil von L. 1 nimmt er an Umfang erheblich ab.

L. 2. Der Nucleus sympathicus zeigt nur noch spärliche Reste. Diese Reste liegen an dem eingebuchteten Rande zwischen Vorder- und Hinterhorn etwas ventro-lateral von dem verkleinerten Nucleus magnocellularis basalis (Clarkeschen Säule).

L. 3. Auf wenigen Schnitten hat es den Anschein, als ob noch eine ganz kleine Gruppe an der gleichen Stelle wie in L. 2 zu sehen ist.

Fasse ich das Gesagte über den Nucleus superior zusammen, so ergibt sich folgendes:

Der Nucleus sympathicus lateralis superior s. cornu lateralis erstreckt sich vom distalen Teil von C. 8 bis zum proximalen Teil von L. 3. Er ist einer der prägnantesten Zellkerne des Rückenmarks. Trotz seiner hervorstechenden Eigenart ist seine Abgrenzung gegen die ihn umgebenden Zellformationen oftmals keine ganze leichte. Sie läßt sich nur ermöglichen, wenn man Markfaserpräparate des Rückenmarks, die nach Weigert-Pal gefärbt sind, mit Zellpräparaten nach der Nißlschen Färbung miteinander vergleicht[1]. Die Formation des Nucleus sympathicus hebt sich auf solchen Markfaserpräparaten, allerdings nur auf solchen, die von etwas dunkler Färbung sind, durch einen besonders hellen Farbenton heraus. Sie gleicht dadurch ungemein dem Aussehen der Substantia gelatinosa Rolando. Diese gelatinös hellaussehende Substanz des Nucleus sympathicus beginnt sich in C. 8 am dorsalen Rande der hinteren Vorderhornecke als ein schmaler Streifen herumzulegen und splittert sich nach der weißen Substanz leicht netzförmig auf. Verfolgt man nun die Segmente nach abwärts, so bildet diese gelatinöse Substanz nach Verschwinden des lateralen Zellkomplexes der großen multipolaren Vorderhornzellen die Seitenhornspitze. Sie ist dabei vollkommen netzartig aufgesplittert; bald besteht sie aus zwei kleinen Inseln, von denen die eine der hinteren Vorderhornecke anliegt, während die andere von letzterer durch retikulierte graue Balken ein wenig getrennt als abgesprengte Seitenhornspitze im Seitenstrang liegt und sich oft fadenartig nach lateral auszieht. Im weiteren Verlauf nimmt die helle gelatinöse Substanz nicht nur die Spitze des Seitenhorns ein, sondern sie zieht sich von der Spitze als ein schmaler heller Saum bis zum Winkel nach dem Hinterhorn hin, wobei sie auch retikulär in den angrenzenden Seitenstrang sich auszackt.

Ebenso, wie nun die Zellgruppe des Nucleus sympathicus an- und abschwillt und regelmäßige vollständige Unterbrechungen erfährt, so ist es auch vollkommen mit dieser gelatinösen Substanz. Diese Substanz muß

[1] Auch für diesen Vergleich stand mir eine vollkommene Serie von nach Weigert-Pal gefärbten Querschnitten durch das menschliche Rückenmark zur Verfügung.

als die Trägerin der Zellen des Nucleus sympathicus angesehen werden. Sie ist bald gering, bald in ausgiebigem Maße vertreten, bald schließlich ist nichts von ihr zu sehen. Es ergibt sich daraus, daß derjenige Teil der grauen Substanz, welcher schlechtweg als Seitenhorn bezeichnet wird, von verschiedenem Bau und verschiedener Herkunft sein muß. Die Autoren sind über diesen Punkt geteilter Meinung. Die einen vertreten die Ansicht, daß das Seitenhorn die Fortsetzung der hinteren seitlichen Ecke des Vorderhorns ist; die anderen glauben, daß das Seitenhorn damit nichts zu tun hat, sondern nur eine Bildung des Processus reticularis darstellt. Die Wahrheit liegt meiner Auffassung nach in der Mitte, insofern beide in Frage kommenden Bestandteile das Seitenhorn bilden. Die vorhin erwähnte gelatinös aussehende Substanz als Trägerin des Nucleus sympathicus legt sich stukkaturartig an die hintere laterale Ecke des Vorderhorns an und bildet mit letzterer zusammen das Seitenhorn. Diese beiden Bildungen ergänzen sich immer gegenseitig, d. h. dort, wo die Formation des Nucleus sympathicus und damit auch die gelatinöse Substanz stark ausgebildet ist, tritt der Anteil des Vorderhorns sehr zurück und das Seitenhorn erscheint allein von dieser Substanz gebildet zu sein; im umgekehrten Falle, dort, wo diese Substanz nicht vorhanden ist, schiebt sich die ursprüngliche hintere laterale Vorderhornecke so stark in den Seitenstrang vor und zackt sich aus, daß dann das Seitenhorn ziemlich allein von dieser Ecke gebildet wird. Zwischen diesen beiden Extremen finden sich nun die verschiedensten Zwischenstufen. Da nun die eine Substanz der andern nahe anliegt bzw. sogar in sie eingreift, so tun es natürlich auch die in jeder von beiden liegenden verschiedenartigen Zellformationen. An der gleichen Stelle, wo vielleicht vorher typische Zellen des Nucleus sympathicus gelegen haben, liegen auf anderen Schnitten Zellen der lateralen Vorderhornecke. Diese letzteren sind in D. 2, wie wir gesehen haben, noch ganz vereinzelt große Zellen des lateralen Zellkomplexes, dann aber sind es kleinere Elemente der sogenannten Zwischenschicht.

Dies hielt ich für notwendig zum Verständnis der ganzen Formation des Nucleus sympathicus cornu lateralis vorauszuschicken.

Die Zellen des Nucleus sympathicus cornu lateralis trifft man am konstantesten und in ihrer am meisten charakteristischen Gestalt in der Spitze des Seitenhorns. Hier sieht man in der Mehrzahl der Schnitte einige oder eine ganze Anzahl von dicht zusammengedrängt liegenden

Zellen. Diese Zellen sind ungefähr halb so groß wie die motorischen Zellen des Vorderhorns; in einzelnen Exemplaren kommen sie aber auch letzteren an Größe ziemlich nahe, andererseits begegnet man vielen Zellen, die eine kleinere Gestalt haben. In ihrer äußeren Form ist die Mehrzahl der in der Seitenhornspitze gelegenen Zellen abgerundet oder oval, vielfach auch von bazillenartiger Gestalt. Ist letzteres der Fall, so liegen sie nicht regellos in dichten Haufen zusammen, sondern reihen sich oftmals streptokokkenartig aneinander. In den oberen Dorsalsegmenten besonders, aber auch gelegentlich in den unteren, sprühen sie von der Seitenhornspitze radienartig in die benachbarte weiße Substanz aus, wobei dann auch immer die Substantia gelatinosa des Seitenhorns so strahlen- oder netzartig aufgesplittert ist. Wenige Zellen dieser Art können dadurch eine ziemliche Strecke nach auswärts von der Seitenhornspitze hinlagern. Nach innen zu drängen sie sich gewöhnlich an beiden Rändern des Seitenhorns hin, und zwar am ventralen Rand nicht so weit wie am dorsalen. Bei stärkerer Ansammlung der Zellen fließen die Zellen der beiden Randzonen zusammen und bilden dann eine dreieckige Gruppe von ziemlich beträchtlichem Umfang, welche auch den ganzen etwas weiteren Ursprungskegel des Seitenhorns einnehmen kann. Am dorsalen Rande des Seitenhorns ziehen sie sich bis nahe zum Winkel des Hinterhorns hin; in einigen Schnitten erreichen sie diesen Winkel selbst und können ihn vielleicht auch noch ein wenig überschreiten. Doch muß man in diesem Gebiet besonders vorsichtig in der Beurteilung der Zellformationen sein, weil gerade dieser Winkel eine Stelle ist, an der die verschiedensten Zellarten aufeinanderstoßen. Auf dem Wege zum genannten Winkel hin haben die Zellen des Nucleus sympathicus häufig eine mehr langgestreckte Form. Diese langgestreckte und dabei natürlich verschmälerte Form läßt sie hier vielfach kleiner erscheinen. Ob diese kleinere Form allein durch die veränderte Verlaufs- und Schnittrichtung bedingt ist, oder ob es Zellen vom gleichen Typus in kleinerer Form gibt, will ich mit Sicherheit nicht entscheiden. Indessen ist das letztere nicht unwahrscheinlich, da es ja unter allen Zellformen größere und kleinere Typen gibt. Ob sie aber wie in der Spitze rundlich oder oval sind oder, wie in der Randzone, langgestreckt, und hier dann schmal oval, lanzettförmig, keulenförmig, spitzdreieckig, spermatozoen- oder kaulquappenartig, oder bipolar, wie eine Note auf der Linie usw., immer haben sie das Charakteristische, daß

sie bei schwacher Vergrößerung wie fortsatzlos erscheinen. Daran und an der weiteren Struktur erkennt man auch die wenigen dieser Zellen, die sich vereinzelt oder in kleinen Haufen auf den angrenzenden Zacken des Processus reticularis oder in entgegengesetzter Richtung mehr nach innen in der grauen Substanz von dem geschlossenen Zuge der Randzone absondern. Die Zellen haben ferner das Charakteristische, daß sie bei schwächerer Vergrößerung wie homogen und glasig erscheinen. Viele von ihnen in der Spitze des Seitenhorns sehen geradezu wie Schollen aus, als ob sie ihren Inhalt verloren hätten. Diese Zellen zeigen dann große Ähnlichkeit mit den Zellen der oberen Trigeminuswurzel. Aber auch die anderen Zellen zeigen einen mehr gleichmäßigen Farbenton. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man in ihnen einen großen hellen Kern, der den Hauptteil der Zelle ausfüllt, und rings um diesen Kern einen ganz schmalen Saum von Chromatinsubstanz. Bei dieser starken Vergrößerung erkennt man auch, daß die Mehrzahl der Zellen multipolar ist.

Der am dorsalen Rande hinziehende Zellzug des Nucleus sympathicus spaltet sich recht häufig in einen Teil, der an der Spitze des Seitenhorns gelagert ist, und in einen anderen Teil, der dicht vor dem Winkel zum Hinterhorn liegt. Die erste Abteilung in der Spitze nenne ich die Pars apicalis Nuclei sympathici superioris und die andere Abteilung die Pars praeangularis Nuclei sympathici superioris. Diese beiden Abteilungen hängen aber durch Zellbrücken zusammen. In einer Anzahl von Schnitten können sich auch mehrere kleinere Gruppen bilden, die am dorsalen Rande des Seitenhorns entlang lagern. Die Zellen der präangularen Abteilung machen oft den Eindruck, als ob sie sich vor dem Winkel zum Hinterhorn gleichsam anstauen und nun durch das Aneinandergedrängtsein sich quer mit der Längsachse stellen, sich dabei mehr ins Innere der grauen Substanz vorschieben, als ob sie langsam in der Richtung zur vorderen Kommissur lossteuern wollten. In einzelnen Präparaten hatte ich den Eindruck, als ob vereinzelte Zellen dieser Gruppe noch etwas am äußeren Rande des Hinterhorns laufen. Die ganze Zellsäule des Nucleus sympathicus zeigt nun ein fast regelmäßiges An- und Abschwellen; nach manchem Abschwellen (nicht immer) kommt auch eine vollständige Unterbrechung der Zellsäule, aber letztere nur auf eine verhältnismäßig ganz kurze Strecke. Diese An- und Abschwellungen wiederholen sich mehrfach in jedem der in Betracht kommenden Rückenmarks-

segmente. Die stärksten Ansammlungen des Kerns fand ich im oberen Dorsalmark (etwa dritten bis fünften Dorsalsegment) und am Übergang zwischen Dorsalmark und Lendenmark (D. 11—L. 1). Besonders in D. 12 ist die Ansammlung der Zellen des Kerns eine außerordentlich große. Von einer Zählung der Zellen wurde Abstand genommen, weil meiner Ansicht nach dabei zu große Fehler unterlaufen. In einem Schnitt, in welchem die Zellen sehr reichlich vertreten sind, dürften sie die Zahl 50 bis 60 nicht überschreiten.

b) Nucleus sympathicus lateralis inferior s. sacralis.

Der Nucleus sympathicus lateralis inferior s. sacralis beginnt im distalen Abschnitte des zweiten Sakralsegmentes. Hier hat sich der gesamte laterale Zellkomplex der großen multipolaren motorischen Vorderhornzellen schon erheblich vermindert. Indessen ist die latero-dorsale Gruppe noch leidlich gut ausgebildet und wölbt die hintere laterale Ecke des Vorderhorns noch sichtlich in den Seitenstrang heraus. Ebenso nun, wie im distalen Abschnitt von C. 8 sich die Gruppe des Nucleus sympathicus superior direkt dem Nucleus motorius latero-dorsalis hinten anlegt, so geschieht es auch hier mit den Zellen des Nucleus sympathicus inferior, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Zellen dem motorischen großzelligen Kern von hinten und innen anliegen. Während sie im oberen Abschnitt erst in D. 1 und noch mehr in D. 2 nach dem Winkel zum Hinterhorn wandern, liegen sie hier also gleich demselben ziemlich nahe an. Die Zellen dieses unteren Kerns bilden im distalen Teil von S. 2 zunächst eine kleine Gruppe. Sie haben wieder das Charakteristische, daß sie dicht gedrängt aneinander liegen. Die Zellen sind auch hier, ebenso wie am oberen Kern, an ihrer Lage am Winkel zum Hinterhorn, an ihrem Dichtzusammengelagertsein, und drittens an ihrem Aussehen deutlich zu erkennen. Die Zellen sollen deshalb ihrem Aussehen nach nicht weiter beschrieben werden. Es sei nur hervorgehoben, daß die Zellsäule im proximalen Abschnitt, also in S. 2 etwas kleiner erscheinende Zellen, im ganzen übrigen Abschnitt, S. 3—S. 5, etwas größer erscheinende Zellen enthält. Vielleicht darf auch hervorgehoben werden, daß unter den größeren Zellen die polygonale Form mit kurzen Fortsätzen und die Keulenform vorherrscht.

Der Nucleus sympathicus inferior nimmt nun in S. 3 allmählich an Größe zu, erreicht sein Maximum im unteren Abschnitt von S. 3 und im

oberen Abschnitt von S. 4, um dann im distalen Teil von S. 4 wieder sehr klein zu werden. In S. 5 wurde nur in vereinzelten Schnitten noch eine kleine Gruppe von etwa drei bis vier Zellen an der charakteristischen Stelle beobachtet.

Wie der Nucleus sympathicus superior keine kontinuierliche Zellsäule bildet, sondern einmal an- und abschwillt und auch kurze Unterbrechungen erfährt, so ist es auch mit dem Nucleus sympathicus inferior, nur daß bei letzterem die An- und Abschwellungen schneller aufeinander folgen.

Auch der Nucleus sympathicus inferior scheint, wie der superior, sofort in die Augen zu springen, da man in den vorhin bezeichneten Sakralsegmenten eine stattliche Ansammlung von Zellen im Winkel zwischen Vorderhorn und Hinterhorn gewahrt. Indessen, man würde einen großen Fehler machen, wenn man alle die dort liegenden Zellen für solche des Nucleus sympathicus hielte. Ist schon in den übrigen Rückenmarkssegmenten der laterale Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn gleichsam der Sammelpunkt sehr verschiedenartig gestalteter Nervenzellen, so ist dies hier im Sakralmark noch besonders der Fall. Es liegen hier kleinere, mittelgroße, größere und ganz große Zellen. Die beiden letzten Arten nehmen besonders den Blick des Beobachters gefangen. Ein Teil der etwas größeren Zellen liegt dicht gedrängt in einem einzelnen oder in mehreren Haufen zusammen, andere Zellen von ungefähr gleicher Größe und die ganz großen liegen locker geordnet. Die lockern Zellen kommen gleichsam in einem Zuge vom Processus reticularis des Hinterhorns her, strömen am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn in die intermediäre Zone ein, wobei sie vielfach die Haufen der dicht gedrängt liegenden Zellen überfluten. Diese Haufen dicht gedrängt liegender Zellen sind es, welche den Nucleus sympathicus inferior zusammensetzen, während die lockeren vom Processus reticularis herströmenden Zellen meistens anderer Herkunft sind. Da beide Zellarten sich aber überlagern, so ist es oft notwendig, in dieser Gegend die Zellhaufen des Nucleus sympathicus aus dem Gewirr der anderen gleichsam herauszuschälen.

Wenn man nun den Nucleus sympathicus inferior von S. 2 abwärts verfolgt, so findet man auch bei ihm, ähnlich wie bei dem oberen Kern, zwei Abteilungen. Die eine Abteilung liegt mehr außen am Rande der grauen Substanz, die andere mehr im Innern der grauen Substanz. Man kann sie deshalb als Nucleus sympathicus sacralis externus und

internus bezeichnen. Beide Abteilungen gehen natürlich wiederholt ineinander über. Die äußere Abteilung liegt direkt am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn und zieht sich auch hier mit einem kurzen Schenkel am dorsalen Vorderhornrande und, wenigstens im Sakralgebiet, am äußeren Hinterhornrande hin. Hier ragt sie auch teilweise in den Processus reticularis hinein. Die innere Abteilung liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem vielfach genannten Winkel und der vorderen Kommissur. Diese innere Abteilung ist in ihrer Stärke sehr wechselnd, bald sehr klein, bald wiederum recht ansehnlich und dann von ziemlich kreisförmiger Konfiguration. In einzelnen Schnitten kann man auch Spaltungen des Kerns in noch mehrere kleinere Abteilungen sehen. Sind alle Abteilungen verschmolzen und der Kern gut ausgeprägt, wie es auf Schnitten am unteren Ende von S. 3 und im oberen Teil von S. 4 zu sehen ist, so bildet der Nucleus sympathicus sacralis entweder ein großes Dreieck, dessen Basis auf den beiden Schenkeln des Winkels zwischen Vorder- und Hinterhorn ruht, und dessen Spitze weit im Innern der grauen Substanz der weißen Kommissur zugerichtet ist, oder aber der Kern zieht sich etwas schmäler, bandartig vom genannten Winkel in das Innere der grauen Substanz hinein. Im proximalen Teil von S. 4, wo die laterale Zone des Vorderhorns von den großen motorischen Zellen frei geworden ist, bereitet sich die Verschmelzung dieses Nucleus sympathicus lateralis inferior mit dem Nucleus sympathicus medialis inferior zu einer Gesamtformation vor. Darüber s. weiter unten.

c) Nucleus sympathicus medialis inferior seu lumbo-sacralis.

Dieser mächtige Kern als solcher fiel mir gleich bei der ersten Durchsicht meiner Serie auf, aber seine Identität mit dem sympathischen Kerngebiet wurde erst bei der zweiten Durchsicht erkannt.

Dieser Kern bzw. diese Zellsäule beginnt in L. 4 deutlich hervorzutreten und reicht von hier abwärts bis ins Steißmark. Im unteren Sakralmark und im Steißmark ist er mit dem Nucleus sympathicus lateralis inferior zu einem mächtigen gemeinsamen Gebiet verschmolzen.

In **L. 4** treten am medialen Rande von der Kommissurgegend bis zum medio-ventralen Winkel kleinere Gruppen oder einzelne Zellen auf, die denjenigen der übrigen sympathischen Kerne außerordentlich ähnlich sehen. Es kann wohl von einer näheren Beschreibung der Zellformen abgesehen werden, da ich schon vorher Gesagtes nur wiederholen könnte.

In **L. 5** setzt sich diese Zellformation fort, ist aber noch weit stärker als in L. 4. Auch hier wieder die gleichen Zellformen und Haufenbildungen wie in den anderen sympathischen Kerngebieten des Rückenmarks.

In **S. 1** erscheint der Kern etwas kleiner; meistens bietet er sich in Ansammlungen von kleinen Haufen der charakteristischen Zellen dar. Hier wie in den früheren Segmenten wechselt seine Größe in den aufeinanderfolgenden Schnitten recht oft; es kommen auch vollkommene Unterbrechungen vor.

In **S. 2** ist der Nucleus sympathicus medialis inferior wieder etwas stärker. Es finden sich hier einzelne Gruppen am medialen wie ventralen Rande des Vorderhorns und ebenso auch etwas lockere Haufen. Am distalen Ende von S. 2 treten reichlich kleine Haufen auf, die wie ein Kranz am ganzen medialen und ventralen Vorderhornrande gelagert sind. Sie schließen sich am ventralen Rande dem latero-ventralen motorischen Kern dicht an, eventuell, da er hier im Verschwinden ist, setzen sie sich an dessen Stelle. Außer den in kleinen Haufen gelagerten Zellen sind hier auch viele etwas lockerer liegende vorhanden.

In **S. 3** ist der Nucleus sympathicus medialis inferior in vielen einzelnen Gruppen am medialen und ventralen Rande vorhanden. Diese Gruppen dehnen sich mit dem Verschwinden der motorischen Kerngruppen am ventralen Rande immer weiter nach lateral aus, und in wenigen Schnitten hatte es schon hier den Anschein, als ob schließlich der mediale sympathische Kernzug mit dem lateralen vorher beschriebenen zusammenfließt. Die Zellen des Kerns sind vielleicht ein wenig größer als diejenigen der analogen Formation im Dorsalmark; sie sind rundlich oder abgestutzt polygonal oder keulenförmig. Sie liegen in vielen kleinen Gruppen zusammen. Von diesen ist besonders eine am ventralen Vorderhornrande zwischen dem medialen und lateralen motorischen Zellkomplex wegen ihrer Größe recht bemerkenswert. Auch viele etwas lockere Zellen vom Typus der sympathischen liegen im ganzen Bereich.

In **S. 4** sind kleinere und stärkere Gruppen des Nucleus sympathicus medialis inferior am ganzen peripherischen Saum des Vorderhorns gelagert und gehen ohne Unterbrechung am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn in den Nucleus sympathicus lateralis inferior über. Die Zellen liegen in Haufen oder lockerer. In dieser lockeren Lagerung sind sie nunmehr über das ganze Vorderhornareal ausgebreitet. Nur die direkte Gegend der

vordern Kommissur ist frei von ihnen. In S. 4 ist meiner Ansicht nach das ganze Gebiet des Vorderhorns und der Zwischenzone der grauen Substanz, mit Ausnahme von vorderer und hinterer Kommissur, und ferner die Grenzzone des Hinterhorns zum Seitenstrang ein zentrales Gebiet des Sympathicus.

In **S. 5** vermindern sich die Gruppen und auch die einzelnen zum sympathischen System gehörenden Zellen ganz erheblich. Am lateralen Rande des Vorderhorns und am Winkel zum Hinterhorn trifft man kleinere Gruppen noch am konstantesten. Diejenige am bezeichneten Winkel geht noch bis ins Coccygealmark, vielleicht auch noch einzelne lockere Zellen der ursprünglich medialen Abteilung.

Ich habe dieser Beschreibung nichts weiter hinzuzufügen, als daß diese Gruppen bzw. lockeren Zellen des Nucleus sympathicus medialis inferior sich in den höheren Segmenten gleichsam zwischen andere in der gleichen Zone liegende motorische Kerne und kleinere Zellen zwischendrängen, so daß ein etwas buntes Bild entsteht, dessen Entzifferung zunächst nicht ganz leicht ist. Hat man sich aber erst einmal von der Identität dieser hier gelegenen sympathischen Zellen und Gruppen überzeugt, dann fällt die weitere Verfolgung derselben nicht schwer. Ebenso wie die Grundsubstanz des Nucleus sympathicus cornu lateralis auf Pal-Weigert-Präparaten ein der Substantia gelatinosa Rolando ähnliches Aussehen zeigt, so tut es auch die Grundsubstanz der untern Kerne; besonders an dem unteren lateralen Kern tritt dies sehr deutlich hervor, während es bei dem medialen nur an denjenigen Stellen am medio-ventralen Rande zu sehen ist, wo sich viele Zellen zu einem größeren dichten Haufen zusammengelagert haben.

Literatur. Auch die Nuclei sympathici sind schon Gegenstand vielfacher Untersuchung gewesen; allerdings hauptsächlich wurde die entsprechende Zellformation des Seitenhorns erforscht; der Nucleus sympathicus lateralis inferior wird nur von wenigen Autoren mit dem Sympathicus in Beziehung gebracht, den Nucleus medialis inferior scheint vor mir noch keiner als solchen erkannt zu haben. Zuerst finden sich die Zellgruppen des Seitenhorns als besondere Gruppen bei Stilling (a. a. O.) und bei Lockhart Clarke[1] hervorgehoben. Stilling sagt: Vom achten Zervikal-

---

[1] J. Lockhart Clarke, Further Researches on the Grey Substance of the Spinal cord. Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. Vol. 149. 1859.

segment bestehe hier eine neue Gruppe von Nervenzellen an der hinteren seitlichen Grenze des Vorderhorns. Diese Gruppe vergrößere sich in D. 1 und vermindere sich von D. 5 abwärts. In D. 12 seien kaum noch Spuren vom Seitenhorn zu sehen.

L. Clarke hatte schon 1851 diese Zellsäule in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterhorn beobachtet. Diese Zellsäule wurde von ihm 1859 als »Intermedio-Lateral tract« bezeichnet. Clarke erwähnt das transparente Aussehen dieser Zellsäule und ihre Ähnlicheit mit der Substantia gelatinosa des Hinterhorns. Er fand die Gruppe vom oberen Lendenmark bis zum untern Zervikalmark und ferner auch im oberen Zervikalmark, wo wieder ein Seitenhorn auftrete, und von hier aufwärts bis zur Medulla oblongata. Die Zellen des Kerns beschreibt er als spindelförmig, birnförmig oder dreieckig. Im oberen Dorsalmark sei der Intermedial tract stärker als im unteren.

Eine sehr eingehende Beschreibung dieser Zellsäule hat dann Waldeyer (a. a. O.) gegeben. Er sagt: Das Eigentümliche dieser Zellen liegt sowohl in ihrer Gestalt wie auch in ihrer Anordnung. Dieselben erscheinen nämlich vielfach nicht so körperlich wie die übrigen Ganglienzellen, sondern wie bandartig abgeplattet und nach zwei entgegengesetzten Richtungen vorzugsweise entwickelt, welches ihnen eine annähernd spindelförmige Gestalt verleiht. Bezüglich ihrer Anordnung sagt Waldeyer, daß sie gewöhnlich dicht zusammengedrängt liegen. Selbst wenn keine größere Zahl dieser Zellen vorhanden ist, liegen sie häufig zu zweien, dreien oder vieren nahe beisammen; zwischen diesen einzelnen kleinen Gruppen können dann allerdings größere Zwischenräume vorhanden sein. Jedenfalls bilden diese Zellen stets eine besondere Formation im Rückenmark. Waldeyer ist der Ansicht, daß diese Zellen im ganzen Rückenmark vertreten sind, am zahlreichsten allerdings im Brustmark. Im Halsmark und im Lendenmark fänden sie sich in demjenigen Abschnitt der grauen Substanz, welcher dem Processus reticularis als Basis dient, und im Processus reticularis selbst.

Sherrington (Journ. of Physiol. 1892) hält es für sehr unsicher, ob die Zellen des Processus reticularis mit den Zellen des Tractus intermediolateralis identisch sind. Er fand diesen Trakt vom achten Zervikalsegment bis zum dritten Lumbalsegment.

Ainsle Hollis hatte schon 1883 (Journ. of Anat. and Physiol.) die Anordnung der Zellen des Intermedio-Lateral tract in kleinen Haufen be-

obachtet und hatte im mittleren Dorsalmark zwei nebeneinander liegende Gruppen festgestellt.

Die Arbeit von A. Bruce[1], die mir zuging, als meine Untersuchungen schon beendet waren, stellt wohl die ausführlichste Arbeit dar, die bisher über den Intermedio-Lateral tract von Clarke erschienen ist. Bruce meint, daß der Intermedio-Lateral tract in drei Abschnitten des Rückenmarks vorkommt, 1. in der oberen Zervikalregion, oberhalb von C. 4, 2. im unteren Halsmark, im Dorsalmark und im oberen Lendenmark und 3. in der unteren Sakralregion. Der Autor gibt in seiner Arbeit nur eine Beschreibung des unter 2 genannten Abschnitts. Die Zellen dieser Abteilung liegen besonders an zwei Stellen: a) im eigentlichen Seitenhorn oder, wo ein Seitenhorn nicht ausgebildet ist, an analogen Stellen, und b) am Rande der grauen Substanz, welche unmittelbar an die Formatio reticularis angrenzt, und in den Balken dieser Formation selbst. Diese beiden Abteilungen bezeichnet er als »apikale und retikuläre Zellen«. Die retikulären Zellen beginnen etwas weiter kaudalwärts als die apikalen. Beide Abteilungen sind aber nicht ständig getrennt, sondern gehen wiederholentlich ineinander über. Bruce ist der Ansicht, daß das Seitenhorn nicht aus dem seitlichen Teil des Vorderhorns entsteht, sondern daß es eine neue, selbständige Formation bildet. Die Zellen des Intermedio-Lateral tract sollen bezüglich ihrer Größe zwischen 12 μ und 60 μ schwanken. Die Zahl der Zellen einer Seite beträgt nach Zählungen des Autors über 88500. Die Zellen liegen in Gruppen und Haufen, die beiderseits nicht symmetrisch angeordnet sind. Die Zellen sollen vielfach hinsichtlich ihrer Zahl und Form variieren. Bruce glaubt, daß die Gruppenbildungen für jedes Segment charakteristisch wären. Die Gruppen hätten eine segmentale Anordnung, sie schwellen langsam an und ab; diese Anordnung entspreche wahrscheinlich ihrer Funktion.

Erwähnt darf vielleicht noch werden, daß Langley (The Autonomic Nervous System. Brain 1903) außer dem Mittelhirn- und Bulbäranteil noch einen thorakalen und einen sakralen Ursprungsbezirk der sympathischen Nervenfasern annimmt. Der erstere umfaßt das erste Thorakal- bis dritte Lumbalsegment, der letztere das zweite bis vierte Sakralsegment.

---

[1] Alexander Bruce, Distribution of the cells in the Intermedio-Lateral tract of the Spinal cord. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1906.

Was den Sakralteil des sympathischen Systems anbetrifft, so ist wohl Waldeyer (a. a. O.) der erste gewesen, welcher in dem großen Zellkomplex, der hier an der Grenze zwischen Vorder- und Hinterhorn gelegen ist, eine ziemlich zahlreich bevölkerte Gruppe sah, die er, allerdings mit Vorbehalt, als homolog den Seitenhornzellen bezeichnet. Von neueren Autoren scheint nur Onuf (a. a. O.) den Zellcharakter der Sakralregion differenziert zu haben. In dem Referat über seine Arbeit heißt es: Vom zweiten Sakralsegment abwärts treten zwischen Vorder- und Hinterhorn viele Zellen auf, welche nicht den Charakter der Vorderhornzellen zeigen, teils zerstreut, teils in drei Gruppen, und zwar einer zentralen sowie je einer dorsalen und ventralen lateralen, welche als Repräsentanten der Zellen des (hier nicht als Seitenhorn auftretenden) Tractus intermediolateralis betrachtet werden. Auch von anderen Autoren, z. B. R. S. Müller, ist dieser Zellkomplex im Sakralmark eingehend beschrieben worden, aber eine Deutung desselben nach ihrem Zellcharakter finde ich sonst nicht. Über den Nucleus sympathicus medialis inferior s. lumbo-sacralis finde ich in der Literatur nichts Bestimmtes ausgesagt; nur Onuf erwähnt in S. 2 und S. 3 eine Zellgruppe X am ventralen Vorderhornrande, deren Zellen zwar auch multipolar sind, aber von kleinerer Gestalt und dichterer Lagerung (vgl. hierzu S. 55—57).

3. Nuclei magnocellulares cornu posterioris.

Unter diesem Namen fasse ich diejenigen Zellgruppen oder vereinzelten Zellen des Hinterhorns zusammen, die sich durch eine ansehnliche Größe und dunklere Färbung gegenüber der Mehrzahl der Hinterhornzellen herausheben.

Die Zellen der Nuclei magnocellulares haben nicht alle die gleiche Größe; es kommen sogar recht erhebliche Unterschiede darin vor, aber sie haben das Gemeinsame, daß sie sich durch ihre Größe aus der Umgebung scharf abheben und dadurch auffallen.

Diese Nuclei magnocellulares teile ich nach der Region des Hinterhorns, in welcher sie liegen, ein in:

a) Nucleus magnocellularis basalis s. spino-cerebellaris,
b) Nucleus magnocellularis centralis,
c) Nucleus magnocellularis pericornualis { a) apicalis. b) reticularis.

a) Nucleus magnocellularis basalis s. spino-cerebellaris.

Dieser Kern umfaßt diejenige Zellgruppe an der Basis des Hinterhorns, welche von Stilling als Dorsalkern und nach Clarke als Zellgruppe der Clarkeschen Säule bekannt ist. Der Name Nucleus (magnocellularis) spino-cerebellaris entspricht der Bezeichnung des Fasersystems, welches von diesen Zellen zum Kleinhirn führt, welche Fasern zuerst Laura beim Kalbe gesehen hat (zit. nach Waldeyer). Dieser Kern beginnt in C. 8 konstant zu werden. Er bildet dann im ganzen Dorsalmark und im oberen Lendenmark, man kann sagen, die bestbegrenzte und konstanteste großzellige Zellgruppe; er ist am Übergang zwischen Hals- und Brustmark sehr klein, nimmt dann in den folgenden Segmenten allmählich etwas an Umfang zu, erreicht in D. 12 seinen größten Umfang, ist auch noch in L. 1 recht stattlich, nimmt dann aber in L. 2 beträchtlich an Zahl der Zellen ab, so daß er in diesem Segment oftmals ein Nest von 2 bis 3 Zellen darstellt. Er zeigt auch in L. 3, wenn auch häufig nur aus 1—2 Zellen bestehend, eine gewisse Konstanz, um sich dann nach kaudal zu allmählich zu verlieren.

Da er sich in den ebengenannten Rückenmarkssegmenten so scharf hervorhebt, und zwar durch die Art und Größe seiner Zellen, durch seine scharfe Umgrenzung und durch seine ständige Lage im medialen Gebiet der Hinterhornbasis bzw. angrenzenden Gebiet des Confluens cornuum, so sei hier von einer eingehenden Schilderung abgesehen und auf die Figuren C. 8—L. 3 verwiesen. Nur einzelne Besonderheiten möchte ich herausheben.

Die Zellen des Kerns, welche auf dem Querschnitt in der Mehrzahl eine traubenförmige Gestalt haben, zeigen eine etwas homogenere Struktur, verglichen mit den großen multipolaren Zellen des Vorderhorns, denen sie an Größe recht oft, besonders in den kaudaleren Abschnitten des Rückenmarks, ziemlich nahe kommen. Die Zellen sind sehr pigmentreich; sie liegen gewöhnlich in einer gut umgrenzten kreisförmigen oder ovoiden Gruppe zusammen, doch kommen Abspaltungen kleinerer Abteilungen nach vorn und besonders nach hinten zu vor. Diese Abspaltungen sind im unteren Dorsal- und oberen Lendenmark häufiger. Dort, wo der Kern klein ist, liegt er fast in der Mitte der Hinterhornbasis, bald ein wenig mehr ventral, bald etwas weiter dorsal zu. In denjenigen Segmenten, in welchen der Kern beträchtlich groß ist, liegt er dem seitlichen Teil der

Hinterstrangskuppe direkt an und wölbt den medialen Rand des Hinterhorns in diese Kuppe aus. In einer Anzahl von Schnitten von D. 12 und L. 1 war ein Teil der Zellen dieses Kerns aus der grauen Substanz in den Hinterstrang ausgetreten. Dieser ausgetretene Teil lag entweder als ein kleiner Kern dem Stammteil dicht an (D. 12), oder aber es waren vereinzelte Zellen eine beträchtliche Strecke in den Hinterstrang ausgelaufen (L. 1). Immer aber lagen diese Zellen nicht einfach frei in der weißen Substanz, sondern, wie es in L. 1 angedeutet ist, auf, wenn auch noch so schmalen, Streifen grauer Substanz. Die Zellen des Kerns liegen wie in einem Neste. Dies rührt daher, daß die Gliakerne in seinem Bezirk außerordentlich zahlreich sind, während rings um ihn eine schmale, an Gliakernen arme Zone herumliegt. Oftmals wird er an seiner dorsalen Hälfte von ganz kleinen strichartigen Zellen wie eingekreist. Der Umfang des Kerns kann auf den einzelnen Schnitten, besonders in den oberen Dorsalsegmenten, recht schwankend sein; mitunter ist er im oberen Teil eines Segmentes klein, während er im unteren anschwillt. In den Regionen von C. 8 bis L. 1 kommen nie größere Unterbrechungen vor. Während er im ersten Dorsalsegment eine kleine Gruppe von 3 bis 4 Zellen bildet, ist er in der Mitte des Brustmarks schon zu einer solchen von 10 bis 15 angewachsen, und in D. 12, wo er am stärksten ist, enthält er 20 Zellen und mehr. Er ist häufig von kleinen Zellen umgeben, die ihn oft wie Satelliten umkreisen. Die Größe der Zellen des Kerns nimmt nach kaudal an Umfang erheblich zu.

Ich möchte dann noch ein paar Worte über das Vorkommen des Kerns im Zervikal- und Lumbosakralmark hinzufügen. In der Mehrzahl der Zervikalsegmente findet man gelegentlich auf einzelnen Schnitten in der Basis des Hinterhorns oder ein wenig weiter ventral eine oder zwei Zellen, welche in ihrer Größe und Form den Zellen des genannten Kerns gleichen. In C. 3 scheint er etwas konstanter zu sein. Ich sage mit Absicht »scheint«; denn die Zellgruppe, welche hier ungefähr in der genannten Gegend liegt, tritt durch zwei Zelltypen hervor. Der eine Typus wird von Zellen mittlerer Größe gebildet, und diese Zellen haben eine rundliche ballonartige Gestalt; sie waren auch schon zeitweilig in dieser Gegend von C. 1 und C. 2 zu sehen und gleichen den Zellen der Hinterstrangskerne, nur daß sie vielleicht ein wenig größer sind. Sie finden sich hier in C. 3 öfters in der Zahl von 2 bis 4. Außer diesen Zellen enthält die genannte Gruppe in C. 3 recht oft einzelne Zellen, welche an Größe und Form den multipolaren Zellen des

Vorderhorns nahekommen. Es ist nun recht schwer, zu entscheiden, ob der eine oder andere Typus demjenigen des Kerns in den unteren Rückenmarkssegmenten entspricht; ich möchte mich eher für die zuletzt genannten Zellen entscheiden. Von L. 4 ab verliert der Kern seine Konstanz. Schon in der obern Lumbalregion hatten sich öfters einzelne Zellen bis in den Hals des Hinterhorns abgesplittert. Jetzt trifft man die vereinzelten Zellen mehrfach in dieser Gegend. Sie vermengen sich hier mit anderen großen Zellen, die in den unteren Rückenmarkssegmenten recht zahlreich im Zentrum des Hinterhorns liegen. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, die untere Grenze der Kernsäule genau anzugeben.

Der eben beschriebene Nucleus magnocellularis basalis cornu posterioris, s. Nucleus spino-cerebellaris ist zuerst von B. Stilling (a. a. O.) eingehend beschrieben worden. Er bezeichnete ihn seiner Lage wegen als Dorsalkern. Er konnte ihn vom oberen Halsmark (C. 3, Zervikalkern) bis zum dritten Lumbalsegment (Lumbalkern) verfolgen. Stilling erwähnt auch seine fortschreitende Vergrößerung nach unten bis zum elften Dorsalsegment, wo er ihn auffallend entwickelt fand. Er läßt ihn in L. 3 enden.

L. Clarke sagt in seiner ausführlichen Mitteilung (1859), daß die innere oder mediane Hälfte des Cervix cornu posterioris von einer deutlichen Längssäule von Zellen besetzt sei, welche in der Dorsalregion nahezu zylindrisch oder oval ist. Diese Säule hatte er schon früher als »Posterior vesicular columns« hezeichnet. Die Zellen dieser Kerngruppe beschreibt er als oval oder birnförmig, spindel- oder sternförmig; sie differieren sehr in ihrer Größe. Im Längsschnitt erscheinen sie fast alle spindelförmig. Oben soll diese Säule in der Mitte der Halsanschwellung verschwinden, in C. 3 aber eine ähnliche Formation erscheinen, die bis C. 1 zu verfolgen ist. Im Lendenmark sei die Säule nicht mehr so scharf umschrieben.

Schroeder van der Kolk[1] erwähnt diese Zellgruppe auch, er glaubt, daß sie in Verbindung mit der hinteren Kommissur steht.

Auch Fr. Mott[2] hat die Clarkeschen Säulen genau beschrieben und die des Menschen mit denen beim Hunde und bei Cebus verglichen.

---

[1] Schroeder van der Kolk, Bau und Funktionen der Medulla spinalis und oblongata und nächste Ursache und rationelle Behandlung der Epilepsie. Aus dem Holländischen übersetzt von Fr. W. Theile, Braunschweig 1859.

[2] Frederich Mott, Microscopical examination of Clarke's column in man, the monkey and the dog. The Journ. of Anat. and Physiology. Vol. 22, 1888.

Waldeyer (a. a. O.) bemerkt, daß die Stillingschen Zellen nur im Dorsal- und oberen Lendenmark eine größere Gruppe bilden, daß sie aber in der ganzen Länge des Rückenmarks vertreten wären. Im oberen Halsmark sähe man fast auf jedem Querschnitt 1—3 dieser Zellen, im untersten Lendenmark und im oberen Sakralmark wären sie wieder vereinzelt. Im mittleren und unteren Sakralmark bilden sie wieder einen größeren, gut abgegrenzten Kern, der sich bis zum Steißnervengebiete erhält. Unter den Zellen des Kerns wären viele multipolare.

Die weitere Forschung hat sich weniger mit der Gruppenbildung dieser Zellen als mit dem Verlauf der mit diesen Zellen in Verbindung stehenden Fasern (Hinterwurzelfasern, Kleinhirnseitenstrangbahn) beschäftigt, wobei natürlich auch die Kerngruppe selbst noch eingehende Beschreibung fand.

b) Nucleus magnocellularis centralis cornu posterioris.

Die Zellen, welche ich in dieser Abteilung zusammenfasse, sind in allen Rückenmarkssegmenten zu sehen. Sie liegen in demjenigen Teil des Hinterhorns, welcher sich zwischen Basis und Substantia gelatinosa befindet, also im sogenannten Cervix und Caput cornu posterioris. Die Zellen sind entweder von etwas mehr als mittlerer Größe und dann sehr oft spindelförmig und mit der Längsachse sagittal gestellt, oder sie erreichen die Größe der multipolaren Vorderhornzellen und zeigen dann auch eine breitere Form mit vielen Fortsätzen. Beide Arten sind in Nißlschen Präparaten tiefblau gefärbt und heben sich scharf aus der Umgebung ab. Während sie im Halsmark wechselnd in der Zahl sind, ohne gerade zahlreich zu sein, und im Dorsalmark recht spärlich sind, nehmen sie im Lumbosakralmark erheblich an Zahl zu, so daß sie hier einen wirklichen Kern bilden.

Im Zervikalmark liegen sie entweder reihenförmig in sagittaler Richtung im Zentralgebiet des Hinterhorns, oder aber sie bilden mitunter eine Art Perlenkette nahe am inneren Rande der Substantia gelatinosa.

Im Dorsalmark zeigen sie ein ähnliches Verhalten. Dabei sind sie bald mehr dem lateralen, bald mehr dem medialen Rande des Hinterhorns genähert. Im unteren Dorsalmark und im oberen Lendenmark spalten sich, wie vorher erwähnt wurde, zuweilen einzelne Zellen vom Nucleus magnocellularis basalis ab und verlieren sich etwas im Cervix. Dasselbe trifft zu in noch weiter kaudalen Segmenten, wo ein geschlossener Nucleus spino-

cerbellaris nicht mehr vorhanden ist. Gewöhnlich gelingt es doch, beide Zellarten voneinander zu trennen, indem diejenigen der basalen Abteilungen mehr traubenförmige Gestalt haben, auch etwas homogener im Innern aussehen, während die Zellen der zentralen Abteilung spindelförmig von langgestreckter schmaler Form oder stark polygonal sind. Ich glaube deshalb auch nicht, daß die zentrale Abteilung nur eine Fortsetzung der basalen ist, sondern daß sie eine selbständige Gruppe darstellt.

Diese zentrale Abteilung nimmt nun vom oberen Lendenmark an Zahl der Zellen beträchtlich zu und bildet hier einen wirklichen Kern. Natürlich wechselt die Zahl der Zellen auf den einzelnen Schnitten fortdauernd. Man trifft Schnitte, wo man eventuell gar keine solche Zelle wahrnehmen kann, und anderseits solche, wo 5—6 große Zellen in dieser Gegend liegen.

Im oberen und mittleren Sakralmark wird diese Gruppe noch größer und umfaßt mit der Verbreiterung und Vergrößerung des Caput cornu posterioris auch ein größeres Gebiet.

Im unteren Sakralmark ist die Zahl der Zellen wieder geringer, um weiter abwärts nur durch einzelne Zellen repräsentiert zu werden.

Zu welchem Fasersystem diese Zellen Beziehungen haben, ist zur Zeit noch unbekannt.

Diese großen Zellen des Zentralteils des Hinterhorns sind von verschiedenen Autoren, Stilling, Schroeder van der Kolk, Clarke, Koelliker (Handbuch der Gewebelehre), Waldeyer, Ziehen u.a. gesehen und erwähnt worden. Speziell erwähnt Waldeyer im Sakralmark eine hinter den Stillingschen Kernen gelegene Gruppe von großen und blassen Zellen. Ziehen sagt bezüglich dieser Zellen: »Die größten Zellen des Hinterhornkopfes schließen sich unmittelbar an die laterale Zellgruppe des Zwischenteils an und lassen sich, spärlicher werdend, bis an den hintersten Rand des Hinterhornkopfes verfolgen.«

c) Nucleus magnocellularis pericornualis.

Um diese Zellschicht zu verstehen, ist es vielleicht angebracht, ebenso wie es bei Beschreibung des Nucleus sympathicus cornu lateralis geschah, zuerst Präparate, die nach Weigert-Pal gefärbt sind, zu betrachten. Auf solchen Schnitten sieht man, daß der dorsale Teil des Hinterhorns, welcher zwischen Cervix und der Lissauer-Waldeyerschen Randzone gelegen ist, aus drei Abschnitten besteht, von denen der immer weiter dorsal be-

findliche den ventral vor ihm liegenden bogenförmig umgibt. Bedarf es bei der Substantia gelatinosa Rolando nur eines Blickes, um zu sehen, daß sie den Kern des Hinterhorns schalenartig einfaßt, so kann man dies Verhalten bei der sogenannten Hinterhornspitze gegenüber der Substantia gelatinosa erst bei schärferem Zusehen erkennen. Noch verhältnismäßig leicht ist dies im unteren Teil des Rückenmarks zu sehen. Hier existiert keine eigentliche Hinterhornspitze, sondern die dorsalste Zone des kolbig verdickten Hinterhorns legt sich als schmaler Saum halbkreisförmig um die Substantia gelatinosa herum. Im Hals- und oberen Lendenmark und noch mehr im Dorsalmark ziehen sich die drei eben genannten Abteilungen des Hinterhorns nach dorsal stark aus, wobei natürlich die äußerste Schicht die stärkste Zuspitzung erfahren muß. Indessen erkennt man eben bei genauerer Betrachtung dieser Spitze, daß sie beim Ansatz an die Substantia gelatinosa sich gabelartig teilt und mit diesen beiden, wenn auch recht schmalen Gabeln die Rolandosche Substanz einfaßt. Diese beiden Schenkel der Gabel sind im Zervikalmark und im Lendenmark etwas breiter als im Dorsalmark und gewinnen im Sakralmark ihre Hauptstärke, insofern dort die Spitze durch die Abrundung des Hinterhorns sich nivelliert und die sonst in der Spitze gelegene Substanz gleichsam in die beiden Schenkel der Gabel überfließt. Zu erwähnen ist dann noch, daß der äußere Schenkel der Gabel sich im Processus reticularis des Hinterhorns verliert.

Diese äußerste Schicht nun, welche um die Substantia gelatinosa Rolando herum liegt und lateral in den Processus reticularis übergeht, ist der Träger von einzelnen verschieden großen Nervenzellen. Es sind also nicht diejenigen Zellen dieser Schicht gemeint, die sich als Absprengungen der Substantia gelatinosa finden, sondern es liegen Elemente in dieser Schicht, die durch ihre Form und Größe und auch durch ihre Besonderheit, daß sie vielfach vereinzelt reihenartig liegen, hervortreten. Waldeyer nannte sie sehr zutreffend »Marginalzellen«. Die hier liegenden Zellen sind von zweifacher Größe, entweder sie haben die Größe der sogenannten Mittelzellen, oder es sind recht bedeutende Elemente, die in einzelnen Fällen den großen multipolaren Zellen recht nahe kommen können. Zwischen diesen beiden Formen existieren natürlich Übergänge. Vielfach sind sie bipolar langgestreckt, wobei sie sich oft besonders im unteren Teil des Rückenmarks der Peripherie der Substantia gelatinosa anschmiegen. Während sich nun diese Zellen in den beiden Schenkeln der Gabel, besonders dem inneren, vereinzelt finden

(mit Ausnahme des unteren Sakralgebiets), sind sie oftmals in der Spitze oder in dem der Spitze analogen Teil des peripherischen Hinterhornsaums zu einer kleinen Gruppe vereinigt. Diese letztere Gruppe kann man daher als Spitzengruppe Nucleus magnocellularis apicalis cornu posterioris bezeichnen. Sie tritt, je weiter man die Segmente des Rückenmarks abwärts verfolgt, um so deutlicher hervor. Sie ist im Lumbalmark recht markant, es finden sich hier Ansammlungen von größeren Zellen in der Zahl von 4 bis 8, die außerdem durch ihre dunkle Farbe auf dem hellen Untergrunde sich plastisch herausheben und oft dicht zusammenliegen. Aber auch in solchen Präparaten sind die Zellen nicht ganz auf die Hinterhornspitze beschränkt, sondern verlieren sich einzeln in den beiden Schenkeln der Außenschicht, vornehmlich in dem äußeren Schenkel, wo sie dann von analogen Zellen der Substantia reticularis des Hinterhorns nicht zu trennen sind. Mehrfach findet man auch, daß die Spitze des Hinterhorns von solchen Zellen vollkommen frei ist, und daß sie nur im Außenschenkel bzw. in der Substantia reticularis des Hinterhorns liegen.

In solchen Fällen kann man von einem Nucleus magnocellularis reticularis cornu posterioris sprechen. In der Mehrzahl der Fälle kommen sie aber in beiden Schenkeln oder bald in einem, bald in dem anderen vor, weshalb die Bezeichnung »pericornualis« wohl mehr angebracht ist.

Besonders im Sakralteil ist dies der Fall, wo wie erwähnt, keine eigentliche Hinterhornspitze existiert, sondern eine gleichmäßig schmale Außenschicht. Hatten diese Zellen schon im Lumbalteil zugenommen, so ist das noch in stärkerem Maße im Sakralmark der Fall, wo man sie nicht selten in der Zahl von 6—10 antreffen kann. Zunächst in S. 1 überwiegen noch die Zellen des ursprünglichen Spitzenteils gegenüber denjenigen der äußeren retikulären Randzone des Hinterhorns, dann aber von S. 2—S. 4 ist das Verhältnis umgekehrt.

Hier in S. 2—S. 4 liegen in dieser Randzone ungemein viele Zellen von stattlicher Größe, die polygonale, aber meist etwas in sagittaler Richtung gestreckte Form haben, die außerordentlich dunkel gefärbt sind und die sich von dieser Außenschicht des Hinterhorns nach dem Winkel zum Vorderhorn ergießen. Diese ganze Zellformation bildet hier einen spitzen Keil, dessen schmale Basis dem genannten Winkel aufliegt. An diesem Winkel stößt nun die genannte Zellformation mit dem vorher geschilderten Nucleus sympathicus lateralis inferior s. sacralis zusammen und überflutet

ihn in der Weise, daß sich ihre Zellen auch ins Innere der grauen Substanz hinein ergießen. Beide Zellarten imponieren zunächst als ein gemeinsamer Kern. Indessen die Zellen der retikulären Schicht des Hinterhorns zeichnen sich vielfach durch besondere Größe, durch ihre oft langen Fortsätze vor den Zellen des sympathischen Kerns aus, so daß ich sie beide nicht für gleich halte, wenn ich auch glaube, daß sie wahrscheinlich in naher Beziehung zueinander stehen. Schließlich sei noch erwähnt, daß der vorher beschriebene großzellige Zentralkern des Hinterhorns mit seinen Zellen oftmals so nahe an die laterale Außenschicht des Horns herankommt, daß ein fließender Übergang zwischen ihm und den Zellen der retikulären Substanz eintreten kann.

Diese eben geschilderten Zellen der Außenschicht des Hinterhorns sind wohl zuerst von Waldeyer (a. a. O.) eingehend beschrieben worden, der ihnen, wie erwähnt, den Namen »Marginalzellen« beilegte. Wenn ich einen anderen Namen gewählt habe, so geschah es nur, weil mir die Zusammenfassung sämtlicher großen Zellen des Hinterhorns unter einem gemeinsamen Namen und die Einteilung derselben nach bestimmten Regionen zweckmäßiger erschien. Daß zwischen den Zellen dieser Regionen auch gelegentlich durch einzelne Zellen gleichsam Übergänge vermittelt werden, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Auch die früheren Autoren haben schon große Zellen in den einzelnen Teilen des Hinterhorns gesehen, besonders im Sakralteil, wo sie vielleicht am auffälligsten sind.

Der erste, der den »Sakralkern«, d. h. die am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn gelegene große Zellansammlung gesehen und seine Stelle in den Abbildungen deutlich markiert hat, war wohl wiederum Stilling (a. a. O.). Die Stelle, welche dieser ausgezeichnete Forscher in S. 3 angibt, ferner die Beschreibung, daß sie nach hinten und innen von den großen multipolaren Zellen des Vorderhorns gelegen ist, läßt wohl keine andere Deutung zu.

Clarke (a. a. O.) erwähnt in S. 2 einen Kern, den er zunächst als das unterste Ende seiner Posterior vesicular columns gehalten hat, den er aber dann mit Stilling als einen besonderen Kern hält. Unterhalb von S. 2 soll er verschwinden; er glaubt, daß dieser Kern in Verbindung mit den vorderen Wurzeln stehe. Clarke erwähnt auch noch das Vorkommen von großen Zellen in der Außenschicht des Hinterhorns.

Waldeyer hat dann (a. a. O.) in dem großen seitlichen Zellkomplex des Sakralmarks einzelne Abteilungen unterschieden. Er beschreibt folgende Abteilungen dieser Zellmasse am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn: 1. Eine ziemlich zahlreich bevölkerte Gruppe in der Gegend der Einbiegung zwischen Vorder- und Hinterhorn, welche W. mit Vorbehalt für homolog den Seitenhornzellen hält (vgl. S. 48). 2. Eine dem Stillingschen Dorsalkern entsprechende starke Zellengruppe, welche schon in S. 3 auftritt. Die Ganglienkörper hier gleichen nach Ansicht von W. in ihrer umgrenzten Gruppierung und in ihrer mehr rundlichen Form durchaus den Stillingschen Zellen, sind aber durchschnittlich etwas kleiner. 3. Eine neue nicht ohne weiteres an früher beschriebene anschließende Zellengruppe unmittelbar nach hinten und lateralwärts von dem Stillingschen Herde. Die Zellen dieser Gruppe sind größer als die des Stillingschen Herdes, jedoch blaß mit sehr fein granuliertem Protoplasma und führen auffallend große runde Kerne. Vor und hinter dieser Gruppe liegen einzelne größere Zellen von gewöhnlicher polykloner Form. Aus dieser Beschreibung geht hervor, daß der Autor einzelne Kerne am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn und in nächster Umgebung der grauen Substanz gesehen hat, die er für selbständig hielt, die aber, wie man auf einer Schnittserie erkennt, zusammenfließen zu der großen hier am Winkel befindlichen Zellenansammlung.

Als letzter, der eine ausführliche Beschreibung des seitlichen Zellkomplexes des Sakralmarks gegeben hat, sei R. L. Müller[1] angeführt. Er erwähnt, daß an der Übergangsstelle zwischen Vorderhorn und Hinterhorn neue Gruppen von Ganglienzellen auftreten. Diese Zellen sind multipolar und relativ groß, erreichen aber doch nicht den Umfang der motorischen Zellen. Im oberen Teil des Conus medullaris stehen die Zellen nicht so dicht wie im unteren; besonders zahlreich sind die Zellen dort, wo diese intermediäre Zone an die Seitenstränge angrenzt, aber auch entlang dem lateralen Rande des Hinterhorns sind noch Ganglienzellen angeordnet, ebenso auch am medialen. In diesem das Vorder- vom Hinterhorn trennenden Kranz von Zellen stehen die Ganglienzellen hier und dort zu dichteren Gruppen zusammengedrängt. Diese Zellen reichen bis zum untersten Teil des Konus herab.

[1] R. L. Müller, Untersuchungen über die Anatomie und Pathologie des untersten Rückenmarksabschnittes. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. Bd. XIV. 1899.

4. Nucleus sensibilis proprius.

Unter den hervorstechenden Zellformationen des Hinterhorns ist endlich noch diejenige der Substantia gelatinosa des Hinterhorns zu erwähnen. Dieselbe ist die konstanteste Zellsäule des ganzen Rückenmarks; sie geht in vollkommen kontinuierlichem Laufe durch das ganze Rückenmark hindurch, setzt sich aufwärts in den Kern der absteigenden Trigeminuswurzel fort und endigt in dem sensiblen Kern des genannten Hirnnerven selbst. Ihre wechselnde Form und Größe ist auf den Zeichnungen der einzelnen Rückenmarkssegmente dargestellt. Sie ist im Dorsalmark schlank, schwillt im Hals- und Lumbalmark an und erreicht im ersten Halssegment und im Sakralmark ihre größte Ausdehnung. Erwähnenswert ist, daß sich im Sakralmark ein kleiner Bezirk ihres äußeren Schenkels an seinem ventralen Ende etwas abspaltet und dadurch häufig den Eindruck eines besonderen Kernes macht. Von den Zellen dieser Zellsäule sind kleine polygonale, zart gefärbte, ferner vereinzelte größere polygonale und kleine rundliche, tiefdunkel gefärbte zu erwähnen. Letztere sind für diese Substanz charakteristisch. Sie sind von Waldeyer als Gierkesche Zellen bezeichnet worden nach dem Autor, der sie zuerst beschrieben hat[1]. Da diese Zellsäule auf jedem Schnitt plastisch hervortritt und gut abgrenzbar ist, so erübrigt sich eine weitere Beschreibung und es sollen nur ein paar Worte zur Begründung der gewählten Bezeichnung »Nucleus sensibilis proprius« hinzugefügt werden.

Von den Fasern der hinteren Wurzeln tragen nur ein Teil den sensiblen Reiz zu solchen Elementen des Rückenmarks, von denen er weiter durch höhergelegene Stationen bis zur Hirnrinde gelangt. Diese ganze Bahn ist die eigentliche sensible, und diejenigen Kerne, welche in diese Bahn bis zur Rinde eingeschaltet sind, können als eigentliche sensible Kerne bezeichnet werden. Diesen Kern bildet meiner Ansicht nach im Rückenmark allein die Substantia gelatinosa. Die anderen Fasern der hinteren Wurzeln führen den sensiblen Reiz auf Zellelemente des Rückenmarks der verschiedensten Form, Größe, Lagerung usw., die dann mit sensibler Leitung im eigentlichen Sinne nichts mehr zu tun haben, sondern nur der Aus-

---

[1] H. Gierke, Die Stützsubstanz des Zentralnervensystems Teil II. Arch. f. mikroskop. Anatomie Bd. 26, S. 144.

lösung der verschiedenartigsten Reflexerscheinungen dienen. Daß die Substantia gelatinosa diejenigen Zellelemente trägt, die den sensiblen Reiz zur Rinde weiterleiten, scheint mir einmal daraus hervorzugehen, daß die analoge Substanz, welche die absteigende Quintuswurzel begleitet, fast nur aus diesen Elementen besteht, ebenso der sensible Kern der in den Pons einstrahlenden sensiblen Trigeminuswurzel selbst, und daß schließlich auch die Kerne der Gollschen und Burdachschen Stränge, von denen die Schleifenbahn zur Hirnrinde läuft, sehr ähnliche Elemente, wie es die Gierkeschen Zellen sind, enthält. Aus diesen Gründen habe ich diese Zellformation als Nucleus sensibilis proprius medullae spinalis bezeichnet.

5. Tractus cellularum.

Während nun bei Durchsicht einer solchen vollständigen Schnittserie durch das menschliche Rückenmark die Feststellung der im vorstehenden geschilderten Zellgruppen keine allzu großen Schwierigkeiten darbietet, so ist bei den übrigen Zellen von mittlerer und kleiner Gestalt, und das ist bei weitem die Mehrzahl, eine einigermaßen befriedigende Einteilung auf Grund der uns zur Zeit zur Verfügung stehenden Methoden nicht möglich. Auch die Nißlsche Methode bringt hier noch nicht die wünschenswerte Klarheit. Es liegt das daran, daß diese Zellen von wechselnder Gestalt und Form keine Gruppen bilden, sondern regellos über die ganze graue Substanz zerstreut erscheinen. Und wenn auch auf diesem oder jenem Schnitt ein Gruppenbild dieser Zellen zu entstehen scheint, so ist es auf dem nächsten schon wieder anders, so daß das Bild der Lagerung dieser Zellen dauernd wechselt. Trotzdem läßt sich meiner Meinung nach eine gewisse, wenn auch, wie ich gern zugestehen will, unvollkommene Einteilung dieser Zellen geben. Diese Zellen machen nämlich auf vielen, ziemlich regelmäßig wiederkehrenden Schnitten den Eindruck, als ob sie sich wie in einer leidlich umgrenzten Marschkolonne in einer bestimmten Richtung und auf einer gegebenen Landstraße fortbewegten. In solcher Kolonne haben dann auch gewöhnlich die Zellen eine ähnliche Gestalt und Größe. Durch solche regelmäßig wiederkehrende Bilder veranlaßt, möchte ich die übrigen Zellen von mittlerer und kleinerer Gestalt, soweit sie nicht schon im vorhergehenden gruppiert sind, in Zellzüge, Tractus cellularum, einteilen. Obwohl ich gern zugebe, daß es besser ist, den Namen »tractus«

für Faserzüge zu reservieren, so empfehle ich doch, bis auf weiteres diesen Namen zu gebrauchen, da er den auf den Schnitten dem Beschauer entgegentretenden Bildern am ehesten gerecht zu werden scheint.

Von solchen Zellzügen kann man im Rückenmark des Menschen drei unterscheiden (vgl. Taf. IX):

a) Tractus cellularum medio-ventralis,
b) Tractus cellularum medio-dorsalis,
c) Tractus cellularum intercornualis lateralis.

Diese drei Züge treffen an der Übergangsstelle des Vorder- und Hinterhorns zusammen und vermischen sich hier mehr oder weniger. Diesen Zusammenfluß der Zellelemente in diesem Teil möchte ich als den Confluens substantiae griseae bezeichnen.

a) Tractus cellularum medio-ventralis.

Dieser Zug von Zellen liegt in der medialen Randzone des Vorderhorns. Er läuft dem medialen Vorderhornrande parallel und erstreckt sich von der medio-ventralen Ecke des Horns bis zur vorderen Kommissur. Er bildet oft ein spitzdreieckiges Areal, das mit der Basis dem ventralen Rande des Vorderhorns und mit der Spitze der vorderen Kommissur zugewandt ist. Dort, wo die medialen Gruppen des Vorderhorns gut ausgebildet sind, tritt er an Umfang zurück, ebenso ist er spärlich im ganzen Dorsalmark. Sonst kann er zeitweilig recht beträchtlich sein. Er erreicht seine Hauptstärke im Lumbosakralmark, hier kann er sich auch noch weit am ventralen Rande des Vorderhorns entlang ziehen; an die vordere Kommissur angelangt, verschmälert er sich oft und biegt in die Kommissur ein, in welcher er sich mit einzelnen stäbchenförmigen, oft recht langgestreckten Zellen verliert. Die Mehrzahl der Zellen, die im ventralen Gebiet der Kommissurgegend (also der weißen und dem angrenzenden Teil der grauen) liegen, gehören entweder diesem Zuge an, oder es sind weit in die weiße Kommissur vorgeschobene große multipolare Zellen der medialen motorischen Zellgruppen. Nach lateral zu sprüht dieser Zellzug oft etwas ins Zentrum des Vorderhorns oder in den Confluens substantiae griseae aus. Er setzt sich von den drei genannten Zellzügen am wenigsten scharf ab, am besten noch im unteren Gebiet des Rückenmarks. Vom fünften Lendensegment abwärts wird er vielfach von Zellen des sympathischen Systems gebildet (s. weiter oben). Die Zellen des Tractus medio-

ventralis sind verschiedenartig gestaltet. In der Mehrzahl sind sie von mittlerer Größe, vielfach von schlanker, gestreckter Form mit der Längsachse der Kommissur zugerichtet. Wahrscheinlich schicken die Zellen dieses Zuges zum über wiegenden Teil Fortsätze in die vordere Kommissur. An manchen Stellen sind den Zellen von etwas hellerem Farbenton locker liegende, dunkel aussehende Elemente beigemischt. Am stärksten tritt das im Gebiet des Nucleus sympathicus medialis inferior hervor.

b) Tractus cellularum medio-dorsalis.

Dieser Zellzug ist wohl räumlich der kleinste von den dreien; indessen, da er vorwiegend kleine Elemente enthält, muß man in der Schätzung vorsichtig sein. Er wird nur im Lumbosakralmark beträchtlich. Er zieht sich vom medialen Schenkel der Substantia gelatinosa am medialen Rande des Hinterhorns entlang und endet hinter dem Zentralkanal. Er wird im unteren Rückenmarksabschnitt besonders breit. In allen Gegenden, wo ein deutlicher Nucleus spino-cerebellaris ausgebildet ist, wird er durch letzteren in zwei Teile gespalten, in einen dorsalen, der im medialen Abschnitt des Hinterhornhalses liegt, und in einen ventralen, der etwas ventral bzw. medial vom genannten Kern sich befindet. Im Hinterhorn bildet er oft nur einen ganz schmalen, am medialen Rande befindlichen Saum, nur im Lumbosakralmark wird er, wie schon gesagt, erheblich breiter und ist von Zellen reich bevölkert. Er besteht zum überwiegenden Teil aus kleinen polygonalen oder rundlichen Zellen. Dort, wo diese Zellen den Nucleus spino-cerebellaris treffen, platten sie sich häufig stäbchenartig ab und umkreisen den genannten Kern. Ausdrücklich sei erwähnt, daß sich in diesen Zug auch zeitweilig Zellen von mittlerer Größe mischen, aber das, was dem Zellzuge den Charakter gibt, besonders gegenüber dem gleich zu beschreibenden lateralen Zellzuge, das ist die Vielheit der in ihm gelegenen kleineren Zellelemente. Von diesem Zellzuge geht am Confluens substantiae griseae auch ein Teil in der Richtung zur vorderen Kommissur bzw. vermischt sich mit dem vorher beschriebenen medio-ventralen Zellzuge.

c) Tractus cellularum intercornualis lateralis.

Dieser Zellzug ist der mächtigste von den dreien und der prägnanteste. Er entspringt gleichsam vom ventralen Endpunkt des äußeren Schenkels der Substantia gelatinosa, hält alsdann gewöhnlich die äußeren

zwei Drittel des Hinterhorns und die ganze Formatio reticularis besetzt und strahlt am Winkel zwischen Hinter- und Vorderhorn in letzteres hinein. Hierbei gabelt er sich oft in dreifacher Art. Der eine Schenkel der Gabel zieht am lateralen Rande des Vorderhorns entlang, der andere ergießt sich direkt ins Zentrum des Vorderhorns, und der dritte strebt in der Richtung zur vorderen Kommissur.

Was diesem Zellzuge gegenüber dem vorigen das Charakteristische gibt, das sind die Mittelzellen von etwas größerer Form, die vielfach recht dunkel gefärbt sind und in der Mehrzahl spindelförmige oder spitz dreieckige Gestalt haben. Am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn bildet dieser Zug oftmals einen Sammelpunkt, wo die Zellen sich mehr anhäufen. Diese Anhäufung hat gewöhnlich die Gestalt eines Dreiecks mit nach innen (zur Kommissur) gerichteter Spitze. Man trifft, wie gesagt, diese Ansammlung hier recht oft und ist eventuell geneigt, sie als einen besonderen dreieckigen Kern anzusprechen; indessen, da sich doch zu viele Variationen finden und das Bild dieser Ansammlung zu schnell wechselt, so habe ich davon abgesehen. Erwähnenswert ist, daß dicht vor dem genannten Winkel bzw. noch in seinem Bereich im Dorsalmark die prä-angulare Gruppe des Nucleus sympathicus cornu lateralis liegt, und daß leicht Verwechselungen dieser beiden Zellansammlungen vorkommen können. Indessen die Zellen des interkornualen Zellzuges sind lockerer gelagert und auch von vielgestaltiger Form und Struktur, verglichen mit den Zellansammlungen des Nucleus sympathicus. In diesen Zellzug sind auch diejenigen Zellen mit eingerechnet, die sich am ganzen Processus reticularis des lateralen Vorderhornrandes und besonders auch des Hinterhornrandes entlang lagern (die des sympathischen Systems natürlich ausgenommen). Ausdrücklich sei auch hier erwähnt, daß dieser Zug nicht ausschließlich größere Mittelzellen enthält, sondern auch zahlreiche kleinere Elemente, ja daß mitunter ein regelmäßiger Turnus sich vollzieht, indem auf einer Reihe von folgenden Schnitten der Zug vorwiegend aus kleineren Zellelementen besteht, und dann auf den weiterfolgenden aus vorwiegend etwas größeren Elementen.

In **C. 1** tritt außerordentlich deutlich der interkornuale Zug heraus. Er teilt sich hier durch die Abspaltung der grauen retikulären Substanz in zwei Züge. Der eine geht in ganz lockerer Art durch den peripherischen Teil der Formatio reticularis vom Hinterhorn zur seitlichen Ecke des Vorderhorns, der andere zieht sich am äußeren Rande der den Zentralkanal bergen-

den grauen Substanz entlang. Beide Züge vereinigen sich im Vorderhorn, wodurch letzteres stark mit Mittelzellen angefüllt ist. Der medio-dorsale Zellzug ist hier gering, er liegt hauptsächlich zwischen Zentralkanal und den hier beginnenden Hinterstrangskernen. Der medio-ventrale Zug ist nur auf einer Anzahl von Schnitten ausgeprägt, er spitzt sich keilförmig nach der vorderen Kommissur zu.

In **C. 2** sind die Verhältnisse bezüglich dieser Zellzüge ähnlich denjenigen von C. 1. Am hervorstechendsten ist der interkornuale Zug. Medial von ihm tritt oftmals zur Seite des Zentralkanals eine Ansammlung von runden und birnförmigen homogenen Zellen auf, die an die sympathischen Elemente erinnern, aber nicht sicher mit diesen identifiziert werden können. Der medio-ventrale Zug enthält stellenweise größere und dunkle Elemente. Der medio-dorsale Zug ist sehr schmal.

In **C. 3** ist der interkornuale Zug sehr mächtig, er erfüllt den Hauptteil des Vorderhorns und der Zwischenzone. In dieser Zone lagern oftmals reichliche Zellen von rundlicher Form und homogenem Aussehen. Auch der medio-dorsale Zug tritt in einzelnen Präparaten in Keilform hervor. Der medio-ventrale Zug ist nicht gut abgegrenzt.

In **C. 4** bestehen ähnliche Verhältnisse wie in C. 3; der interkornuale Zug wölbt sich am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn so stark ins Innere des Confluens substantiae griseae hinein, daß er der vorderen Kommissur sehr nahe kommt. Der medio-ventrale Zug ist wegen der guten Entwickelung der medialen motorischen Zellgruppe etwas spärlich.

In **C. 5** ist der interkornuale Zug aus dem Vorderhorn wegen des Anschwellens des lateralen motorischen Zellkomplexes stark herausgedrängt. Er zieht sich jetzt am lateralen Hinterhornrande und am dorsalen Vorderhornrande entlang und schiebt sich am Winkel zwischen beiden Rändern kegelartig ins Innere der grauen Substanz hinein. Dadurch daß dieser Zug nicht so tief ins Vorderhorn hineingeht, tritt auch etwas besser der medio-ventrale Zug heraus. Der medio-dorsale Zug ist schmal wie vorher.

In **C. 6** und **C. 7** sind die Züge einigermaßen deutlich; der interkornuale ist nicht so stark wie vorher, er greift aber stärker auf den Processus reticularis über.

In **C. 8** ist besonders im distalen Gebiet der interkornuale Zug merklich verringert, dagegen der medio-ventrale verstärkt, letzterer zieht oftmals noch etwas an der ventralen Zone des Vorderhorns entlang.

In **D. 1** sind die Züge stellenweise recht gut ausgeprägt, andererseits aber begegnet man vielen Schnitten, wo namentlich der interkornuale Zug recht schwach ist. Dieser teilt sich am Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn oft gabelförmig. Ein Schenkel der Gabel umkreist den Rest des lateralen motorischen Zellkomplexes, während der andere nach der vorderen Kommissur strebt.

In **D. 2** und **D. 3** hat der Tractus intercornualis lateralis seine gewöhnliche Gestalt; die Zellen des Zuges liegen recht locker. Es beginnt hier die Schwierigkeit, Zellen dieses Zuges vom Kern des Nucleus sympathicus cornu lateralis immer scharf zu trennen. Der medio-dorsale Zug ist sehr schmal, er liegt medial vom Nucleus spino-cerebellaris. Eine deutliche Abgrenzung des medio-ventralen Zuges ist nicht möglich.

In **D. 4** und **D. 5** ist der interkornuale Zug gewöhnlich klein, in manchen Schnitten erscheint er stärker. Häufig sammeln sich Elemente dieses Zuges etwas dorso-lateral vom Nucleus spino-cerebellaris im Cervix cornu posterioris etwas an, ebenso im Confluens substantiae griseae nach innen vom Seitenhorn. Viele der hier locker liegenden Elemente sind sehr stark gefärbt, oft abgerundet und von homogenem Aussehen, so daß es wahrscheinlicher ist, daß es weiter im Innern der grauen Substanz liegende Elemente des Nucleus sympathicus cornu lateralis sind. Dieselbe Erscheinung war auch schon in D. 3 zu beobachten.

In **D. 6** und **D. 7** ist der interkornuale Zug schwach ausgeprägt und wie auch in den höheren Segmenten vom medio-ventralen nicht scharf getrennt. Beide bilden der Hauptsache nach einen lockeren Zellkomplex im Zwischenteil der grauen Substanz oder im Vorderhorn. Der medio-dorsale Zug besteht der Hauptsache nach in einer Ansammlung kleiner Zellen im medialen Cervixgebiet dicht dorsal vom Nucleus spino-cerebellaris. Hin und wieder liegen auch kleine Zellen zwischen dem genannten Kern und dem Zentralkanal.

Von **D. 7** bis **D. 12** ist der interkornuale Zellzug stellenweise gut zu sehen, im allgemeinen aber, besonders bei starker Ausbildung des Nucleus sympathicus cornu lateralis, schwach ausgeprägt. Sind Nucleus sympathicus und Nucleus spino-cerebellaris sehr groß, so schnüren sie den Zug am Übergang zwischen Vorder- und Hinterhorn ein, und man kann alsdann eine größere Ansammlung dieses Zellzuges im Vorderhorn und eine kleinere dorsal vom Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn finden. Letztere ist

oft nicht leicht vom Nucleus sympathicus zu trennen. Der medio-ventrale Zug tritt wenig heraus und grenzt sich selten vom lateralen Zuge scharf ab. Der medio-dorsale ist schmal und gering wie zuvor.

Von **L. 1** beginnen die drei Züge schärfer herauszutreten und sich besser abzugrenzen.

In **L. 2** ist der Tractus intercornualis lateralis ausgezeichnet deutlich; gewöhnlich besteht er aus Mittelzellen mittlerer Größe, zuweilen auch aus etwas größeren. Sehr oft teilt er sich am vielgenannten Winkel zum Vorderhorn in drei Schenkel. Der eine derselben zieht am äußeren Rande des Vorderhorns entlang und umkreist die dort liegenden großen motorischen Zellen; der andere Schenkel des Zellzuges strahlt in die Mitte des Vorderhornes hinein und mischt sich hier vielfach zwischen die großen Zellen, und der dritte Schenkel geht zur vorderen Kommissur hinüber. Die Zellen sehen wie schmale Pfeile aus. Auch der medio-dorsale Zug ist sehr typisch, er liegt dem Kuppenteil der Hinterstränge dicht an. Der interkornuale und der medio-dorsale Zug sind mitunter durch wenige Zellen des Nucleus spino-cerebellaris getrennt. Der Tractus medio-ventralis ist nur zeitweilig gut abgegrenzt.

In **L. 3** sind der interkornuale und medio-dorsale Zug ausgezeichnet zu sehen, auch der medio-ventrale ist stärker und setzt sich schärfer ab.

In **L. 4**, wo die Züge ebenfalls vorzüglich ausgebildet sind, zieht sich der medio-ventrale Zug auch noch am ventralen Vorderhornrande entlang bis in die Nähe des lateralen motorischen Zellkomplexes. Hier sind in diesem Zuge Zellen in Haufen eingelagert, die dem Nucleus sympathicus medialis angehören.

Von **L. 5** bis **S. 4** sind alle drei Züge gut ausgeprägt und von ansehnlicher Breite. In den medio-ventralen ist schon von L. 4, in den interkornualen von S. 2 der entsprechende Nucleus sympathicus eingelagert (s. das Nähere darüber vorher). Der medio-dorsale Zug besteht zum überwiegenden Teil aus Zellen der hinteren Kommissur.

Von S. 4 an werden die Züge kleiner und verschmelzen miteinander.

In diesen eben beschriebenen Zügen sind alle Zellen zusammengefaßt, die von den Autoren als Mittelzellen, kleine Zellen, Strangzellen, Zellen der Formatio reticularis, Zellen der vorderen und hinteren Kommissur beschrieben worden sind.

Am Schluß möchte ich noch erwähnen, daß es auf mich den Eindruck machte, als ob ziemlich alle Zellarten, bis auf die kleinen polygonalen Zellen und diejenigen des Nucleus sensibilis proprius im Lumbosakralmark eine etwas größere Gestalt haben als im übrigen Rückenmark.

Fasse ich die Resultate dieser Arbeit zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Die in der grauen Substanz des Rückenmarks liegenden Nervenzellen lassen sich zum Teil in Gruppen ordnen, zum anderen Teil ist dies nicht möglich.

2. Die Gruppierung wird bestimmt einmal durch die Lagerung an einer bestimmten, ziemlich begrenzten Stelle der grauen Substanz und zweitens durch den Zellcharakter (Größe, äußere Gestalt und innere Struktur der Nervenzellen).

3. Bestimmt abgrenzbare Gruppen der grauen Substanz kann man folgende unterscheiden:

a) Nuclei motorii,
b) Nuclei sympathici,
c) Nuclei magnocellulares cornu posterioris,
d) Nucleus sensibilis proprius.

4. Die nicht in Gruppen zu ordnenden Nervenzellen gehören dem mittleren und kleinen Zelltypus an und liegen fast über die ganze graue Substanz ausgestreut, sie ordnen sich nur unvollkommen in Zellzüge

Tractus cellularum.

5. Die Nuclei motorii bestehen aus einer medialen und einer lateralen Zellsäule. Die erstere geht durch das ganze Rückenmark, die letztere hat im Dorsalmark eine Unterbrechung.

Die mediale Zellsäule ist in C. 3 und C. 4, in C. 8—D. 3, in D. 11—L. 2 und in S. 3—S. 4 von ansehnlicher Breite, in den anderen Segmenten wechselt sie fortdauernd in ihrem Zellgehalt, in der Mitte der Halsanschwellung ist sie spärlich, in L. 5 und S. 1 so gut wie fehlend. Sie endigt tiefer als die laterale Zellsäule in S. 4. Zellen dieser Säule verlieren sich vielfach in der vorderen Kommissur.

Die laterale Zellsäule besteht aus zwei Abschnitten, einem oberen, zerviko-dorsalen, und einem unteren, lumbosakralen. Beide bestehen aus drei Hauptabteilungen, die sich noch in weitere Unterabteilungen sondern,

die aber andrerseits auch fließend ineinander übergehen (s. S. 9 und S. 18). Die zervikodorsale reicht von C. 1 bis D. 2, die lumbosakrale von L. 1 bis S. 3.

In manchen Segmenten überschreiten Zellen dieser Säulen die graue Substanz und lagern sich weit in die weiße Substanz ein; so besonders in C. 1, in D. 12, L. 1 und L. 2.

Die Zellen liegen, trotzdem sie sich in Gruppen ordnen, doch immer etwas locker. Sie unterscheiden sich in ihrer Größe ungemein nach der Region des Rückenmarks, in welcher sie liegen. Diejenigen des Dorsalmarks sind in der Mehrzahl die kleinsten, diejenigen des Halsmarks sind im ganzen etwas größer, und diejenigen des Lumbosakralmarks sind überwiegend sehr große; fast kann man sie Riesenzellen nennen.

6. Von Nuclei sympathici kann man eine laterale und eine mediale Zellsäule unterscheiden.

Die laterale besteht aus zwei Abteilungen, einer oberen, im Seitenhorn des Dorsalmarks oder im analogen Gebiet des oberen Lendenmarks gelegenen, Nucleus sympathicus **lateralis** superior s. cornu lateralis, und einer unteren, im Sakralmark an der seitlichen Grenze zwischen Vorder- und Hinterhorn lagernden, Nucleus sympathicus **lateralis** inferior s. sacralis.

Die mediale,

Nucleus sympathicus **medialis** lumbo-sacralis,

liegt an der medialen und ventralen Randzone des Vorderhorns des Lumbosakralmarks.

Die obere laterale Zellsäule der Nuclei sympathici erstreckt sich von C. 8 bis L. 3 (vielleicht lagern kleinere, ganz vereinzelte Gruppen noch weiter kaudal). Sie zeigt oft zwei Zellhaufen, eine pars apicalis (an der Spitze des Seitenhorns) und eine pars praeangularis (am Winkel zum Hinterhorn). Beide Abteilungen gehen aber am dorsalen Rand des Seitenhorns ineinander über. In einzelnen Rückenmarkssegmenten ist die Säule besonders stark, so in den oberen Brustsegmenten. Am voluminösesten erscheint sie in D. 12. Sie zeigt fortdauernde An- und Abschwellungen und auch regelmäßige Unterbrechungen.

Die untere laterale Zellsäule der Nuclei sympathici erstreckt sich von S. 2 (distal) bis ins Coccygealmark. Sie liegt am seitlichen Winkel

zwischen Vorder- und Hinterhorn und ragt tief in die graue Substanz hinein. Oft zeigt sie auch mehrere Gruppen, oft ist sie geschlossen. In S. 3 (distal) und in S. 4 hat sie ihren größten Umfang.

Die mediale Zellsäule der Nuclei sympathici erstreckt sich von L. 4 bis ins Coccygealmark, sie liegt zunächst am medialen Rande des Vorderhorns, geht dann von S. 2 an weiter auf den ventralen Rand über und überzieht in zahlreichen kleineren und größeren Haufen den medialen und ventralen Rand dann immer weiter, bis sie sich in S. 3 vollkommen mit der unteren lateralen Zellsäule vereinigt. Beide bilden in S. 4 dann ein gemeinsames Areal, welches fast das ganze Vorderhorn und die Zwischenzone einnimmt.

Die Zellen in den drei Formationen des sympathischen Systems haben drei charakteristische Zeichen; sie liegen fast stets in kleineren und stärkeren Haufen dicht gedrängt beisammen, sie erscheinen als rundliche oder keulenförmige Zellen, oder als polygonale mit abgestutzten Fortsätzen; sie haben vielfach ein homogenes Aussehen und sind ziemlich dunkel gefärbt.

7. Die Nuclei magnocellulares cornu posterioris bestehen aus Zellen, die sich durch ihre Größe von den übrigen Zellen des Hinterhorns herausheben; sie lagern sich in drei Gruppen:

a) Nucleus magnocellularis basalis s. spino-cerebellaris,
b) Nucleus magnocellularis centralis,
c) Nucleus magnocellularis pericornualis.

a) Der Nucleus magnocellularis basalis ist Stillings Dorsalkern bzw. Clarke's vesicular columns.

Er ist von C. 8 bis L. 2 gut ausgeprägt, nimmt von C. 8 an nach unten an Umfang zu und erreicht seine größte Ausdehnung in D. 12. Kaudal von L. 2 verliert er sich in einzelnen Zellen, die oft etwas weiter dorsal gelagert sind. Im Halsmark sind abwechselnd einzelne homologe Zellen in den Schnitten anzutreffen. Der Kern hat kaum Unterbrechungen, sondern bildet von C. 8 bis Anfang L. 3 eine kontinuierliche Zellsäule. In einzelnen Segmenten, D. 12—L. 2, treten Zellen des Kerns in kleinen Gruppen aus seinem Bereich in den Hinterstrang aus. Vielfach kommen die Zellen des Kerns den motorischen an Größe ziemlich nahe. Sie enthalten viel Pigment.

b) Der Nucleus magnocellularis centralis liegt hauptsächlich im Kern des Hinterhorns. Er ist in einzelnen Zellen im ganzen Rücken-

mark durchgehend vertreten, hierbei im Halsmark deutlicher als im Dorsalmark. Als eigentlicher Kern aber entwickelt er sich erst im Lumbalmark und erreicht seine Höhe im Sakralmark. Er besteht aus ganz großen (den motorischen an Größe gleichkommenden) Zellen und aus etwas kleineren Zellen. Letztere haben mehr spindelförmige Gestalt und sind gewöhnlich mit der Längsachse sagittal gestellt.

c) Nucleus magnocellularis pericornualis. Diese Kerngruppe ist identisch mit den Marginalzellen des Hinterhorns von Waldeyer. Sie liegen gewöhnlich vereinzelt in der Außenschicht des Hinterhorns. Im Halsmark sammeln sie sich mitunter an der Hinterhornspitze an (pars apicalis), noch mehr geschieht das im Lumbosakralmark, wo sie eine stattliche Zahl von Zellen bilden können, die auch reichlich in der retikulierten äußeren Grenzschicht des Hinterhorns liegen (pars reticularis); letztere Zellschicht ist im Sakralmark besonders stark ausgebildet.

8. Nucleus sensibilis proprius. Darunter ist die Zellsäule der Substantia gelatinosa verstanden, die nach meiner Ansicht eine Station der eigentlichen, bis zur Hirnrinde führenden sensiblen Bahn darstellt.

9. Die Zellen von mittlerer und kleiner Gestalt, die nicht in Gruppen zu ordnen sind, trenne ich in Zellzüge, tractus cellularum, weil sie oft auf den Schnitten wie in einem Zuge nach einer bestimmten Richtung sich zu bewegen scheinen. Ich unterscheide drei solcher Zellzüge:

a) Tractus cellularum medio-ventralis,
b) Tractus cellularum medio-dorsalis,
c) Tractus cellularum intercornualis lateralis.

Diese drei Züge sind am besten im Lumbosakralmark ausgeprägt und grenzen sich hier ziemlich beständig recht scharf voneinander ab. Der dritte Zug (c) ist fast überall, besonders auch im Zervikalmark, gut herauszuerkennen; die anderen sind im Zervikal- und Dorsalmark nur zeitweilig zu erkennen.

Der Tractus cellularum medio-ventralis liegt am medialen Rande des Vorderhorns und reicht von der medio-ventralen Ecke bis in die vordere Kommissur. Im unteren Lenden- und im Sakralmark liegt in seinem Bereich der Nucleus sympathicus medialis, s. lumbo-sacralis. Er besteht aus kleineren, aber auch recht vielen mittleren Zellen, zeitweilig von ansehnlicher Größe und dunkler Färbung. Einzelne Zellen dieses Tractus

liegen direkt im Faserareal der vorderen Kommissur; er ist häufig nach dem Innern des Vorderhorns schlecht abgegrenzt.

Der Tractus cellularum medio-dorsalis zeigt sich dadurch aus, daß er überwiegend kleine Zellen enthält, die etwas dichter gelagert sind. Er zieht sich ventral vom Nucleus sensibilis proprius (Substantia gelatinosa) am medialen Rande des Hinterhorns hin bis in die graue Kommissur hinein; er liegt also der Kuppe der Hinterstränge dicht an. Er ist meistens recht schmal, nur im Lenden- und noch mehr im Sakralmark von ansehnlicher Breite.

Der Tractus cellularum intercornualis lateralis ist ein Zellzug, der sich vom Nucleus sensibilis proprius (Substantia gelatinosa) am Außenrande des Hinterhorns und am Processus reticularis bis zum Winkel am Vorderhorn hinzieht und sich hier in das Vorderhorn ergießt. Dies tut er von hier aus mit drei Schenkeln; der eine geht am latero-dorsalen Rande nach außen weiter und umspült die hier gelegenen motorischen Zellen, der andere ergießt sich mitten ins Vorderhorn hinein und mengt sich hier vielfach zwischen die großen Zellen, und der dritte strebt in schräger Richtung nach der vorderen Kommissur. Dieser Zellzug zeichnet sich namentlich gegenüber dem vorigen dadurch aus, daß er vorwiegend aus locker liegenden, etwas größeren und langgestreckten Zellen besteht.

10. Sämtliche Zellarten, mit Ausnahme der ganz kleinen Zellen und der Zellen des Nucleus sensibilis proprius (Substantia gelatinosa), nehmen im Lumbosakralmark etwas größere Gestalt an als im Zervikodorsalmark.

Nachtrag zur Literatur.

Nach Drucklegung vorstehender Untersuchungsresultate gelangte ich noch in den Besitz einer Arbeit von S. Irimesco und C. Parhon: Recherches sur la localisation spinale des muscles du perinée et du rectum. Journ. de Neurol. et d'Hypnol. 1905, Nr. 4. Da in dieser Arbeit noch wichtige Angaben über die sympathischen Kerne des Sakralgebietes und entsprechende Literaturangaben enthalten sind, so seien diese hier nachträglich noch kurz referiert. Irimesco und Parhon erwähnen, daß der sakrale Teil des Tractus intermediolateralis beim Menschen im unteren Abschnitt von S. 3 beginnt und sich bis S. 5 fortsetzt. Er liegt am lateralen Rande der grauen Substanz zwischen Vorder- und Hinterhorn und hat eine größere äußere und eine kleine innere Abteilung, die miteinander konfluieren. Die innere Abteilung hat etwas größere Zellen. Die äußere Gruppe sei identisch der Zellsäule des Seitenhorns. Außerdem fanden die Autoren noch in S. 2 hinter und etwas nach innen von der Gruppe X von Onuf eine ähnlich gestaltete Gruppe, die aber etwas größere Zellen besitzt als die Onufsche. Die Zellen dieser hinteren Gruppe halten sie für motorische, obwohl sie kleiner sind als diejenigen der eigentlichen motorischen Gruppen. Nach den Literaturangaben der eben zitierten Arbeit ist der sakrale Teil des Tractus intermedio-lateralis auch schon von de Buck: Localisation médullaire de l'innervation motrice du perinée et du rectum. Annales de la Soc. scient. de Bruxelles T. XXIII und von Sano: Les localisations des fonctions motrices de la moelle epinière. Bruxelles 1898 und XIV. Congrès des Neurologistes, &c. 1904, beschrieben worden. De Buck konstatierte außerdem in S. 3 bis S. 5 noch unregelmäßig gelagerte Gruppen, welche kleine Zellen enthalten. Marinesco gibt in seiner bedeutsamen Arbeit: Recherches sur les localisations motrices spinales. La Semaine médicale 1904, S. 229, einen Längsschnitt vom ersten und zweiten Sakralsegment des Hundes (entsprechend S. 3 und S. 4 beim Menschen) wieder. Auf diesem Schnitte ist die Zellsäule X von Onuf dargestellt, die ihrem Zellcharakter und ihrem dichten Gefüge nach vollkommen den Zellgruppen des sympathischen Systems des Rückenmarks entspricht. Nach außen von dieser Zellsäule fand der Autor noch zahlreiche Nester von kleineren Zellen.

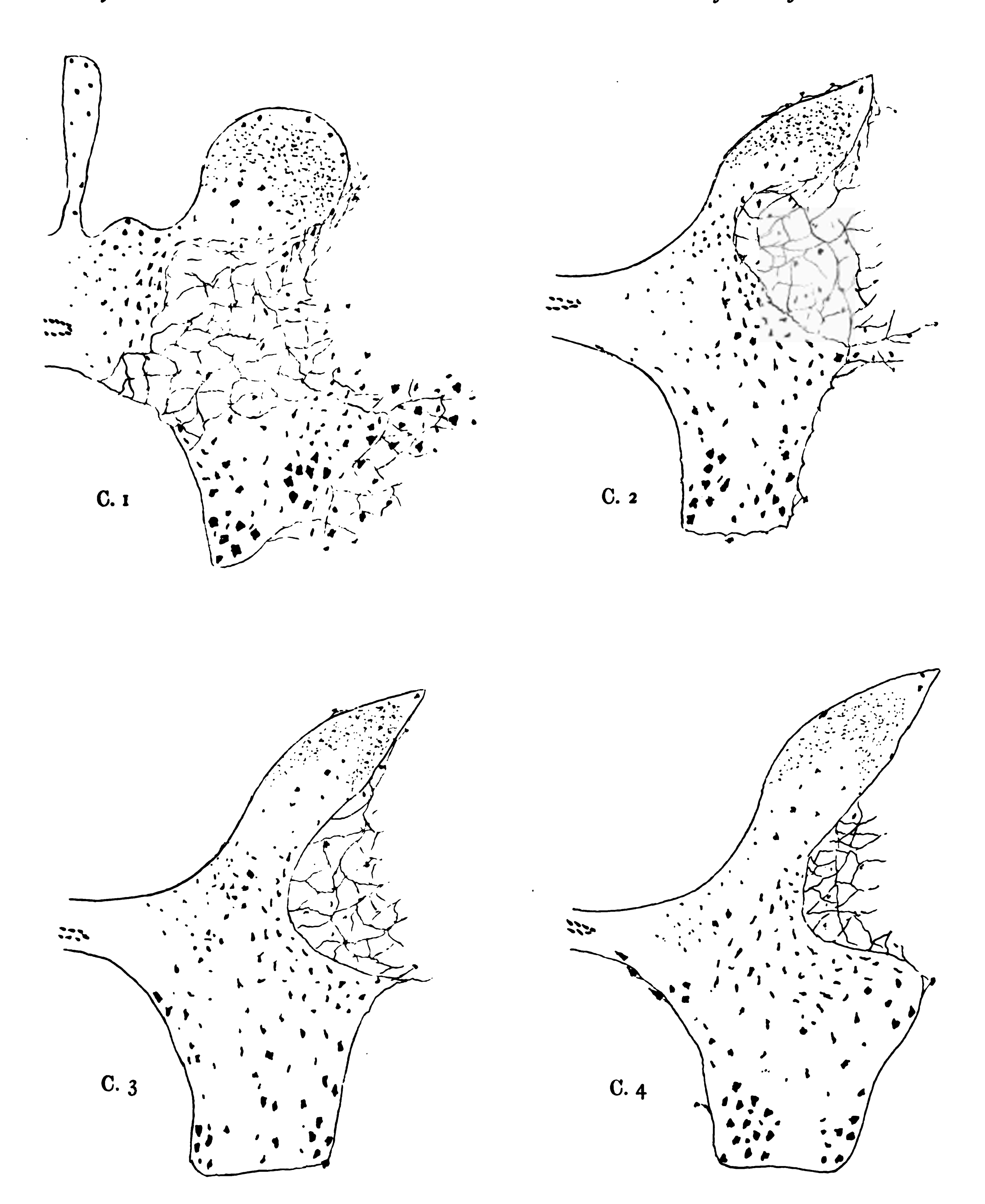
Schließlich sei hier noch die Arbeit von L. Blumenau und E. Nielson, Neurol. Zentralbl. 1905, Nr. 12, angeführt, in welcher Abbildungen der Abteilungen des lateralen motorischen Zellkomplexes des Halsmarkes enthalten sind, die mit den von mir gegebenen fast vollkommen übereinstimmen.

Erklärung der Figuren auf den Tafeln.

Die Figuren C. 1 — Cocc. auf den Tafeln I—IX stellen je ein Prototyp für den Zellcharakter jedes Rückenmarksegments dar. Von der ganzen Schnittreihe jedes Segments wurden zunächst die hervorstechendsten Typen ausgewählt und genau abgezeichnet. Aus diesen letzteren wurde alsdann leicht schematisch eine Figur zusammengestellt, die nun den Grundcharakter der Zellformationen des betreffenden Segments wiedergibt.

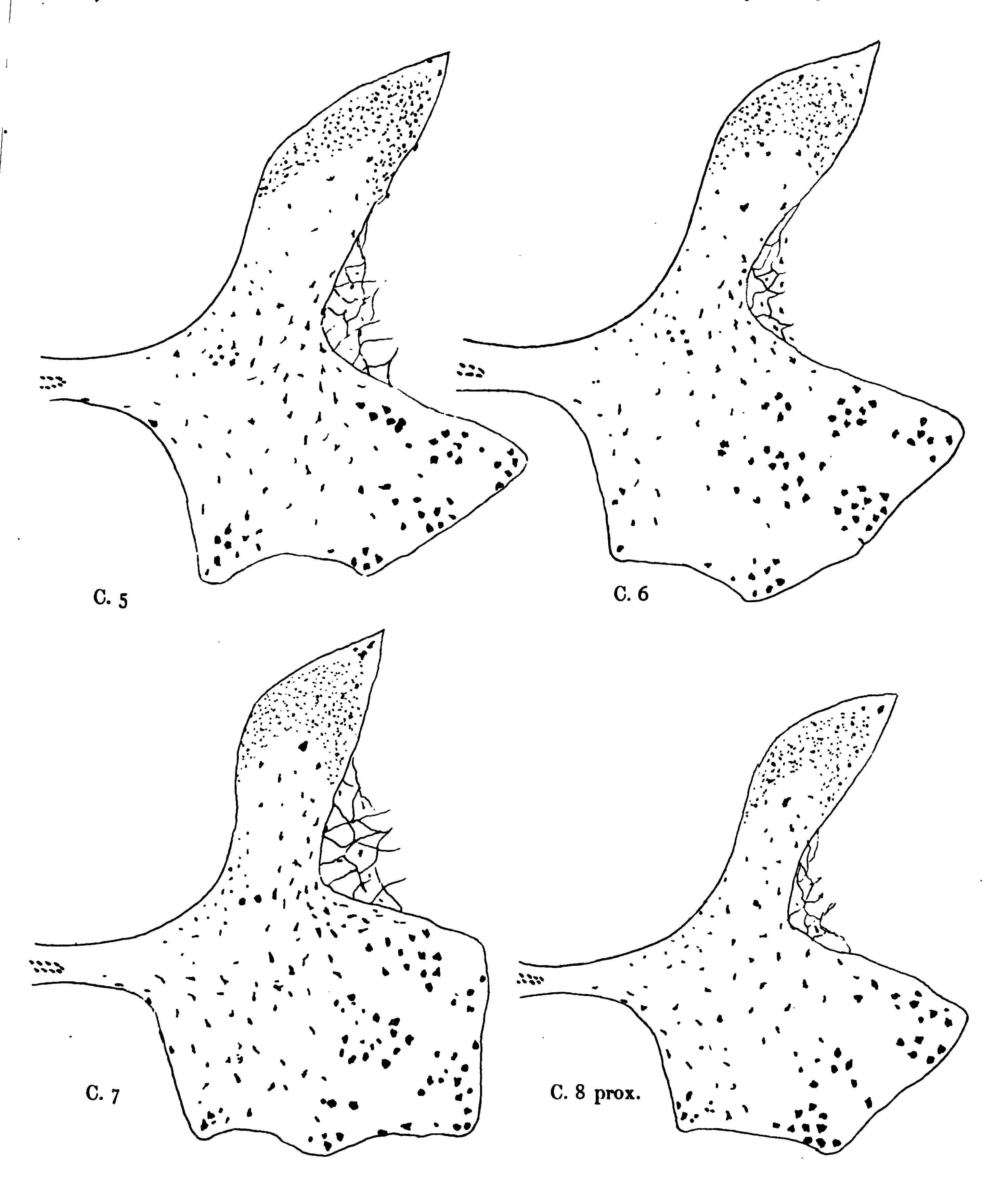
Die vier Figuren auf Tafel IX sind Wiederholungen von C. 7, D. 7, L. 5 und S. 4. Auf diesen vier Figuren sind die einzelnen Zellgruppen bezeichnet worden, die man im menschlichen Rückenmark unterscheiden kann.

Die Figuren geben den Umfang der grauen Substanz in den einzelnen Rückenmarkssegmenten nur ungefähr wieder, da die Umrisse der grauen Substanz je nach dem mikroskopischen Bilde frei aus der Hand gezeichnet sind.



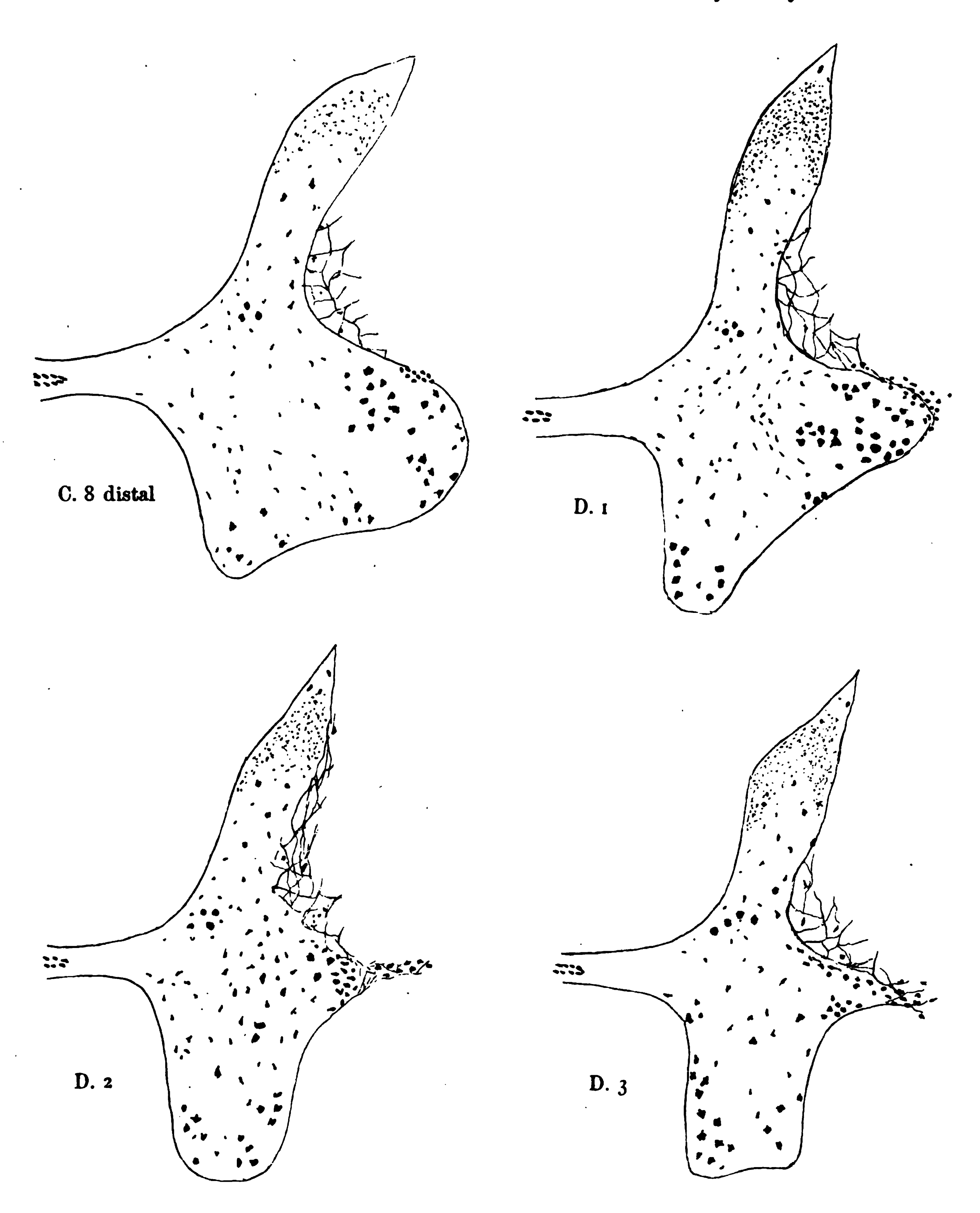
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. I.



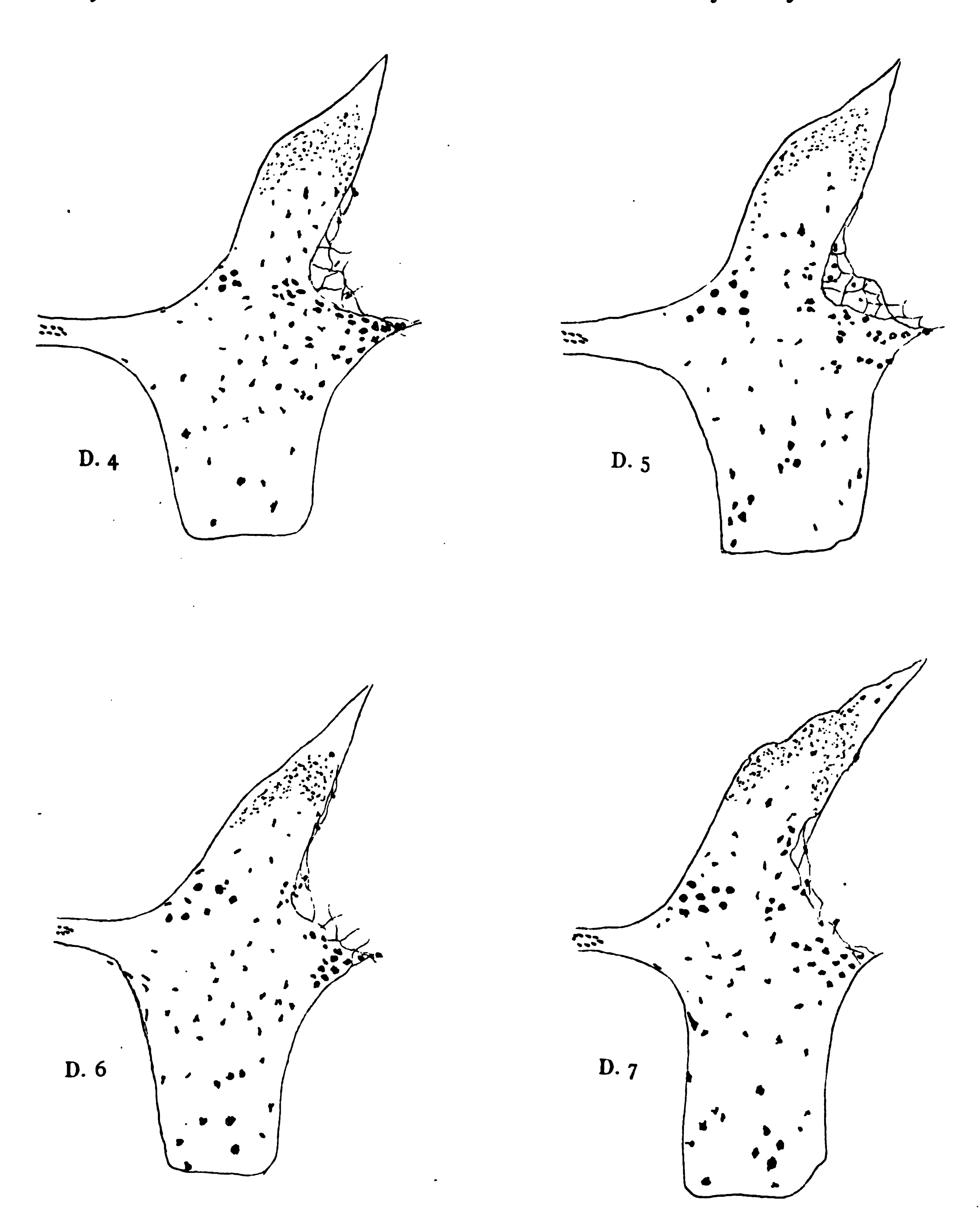
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. II.



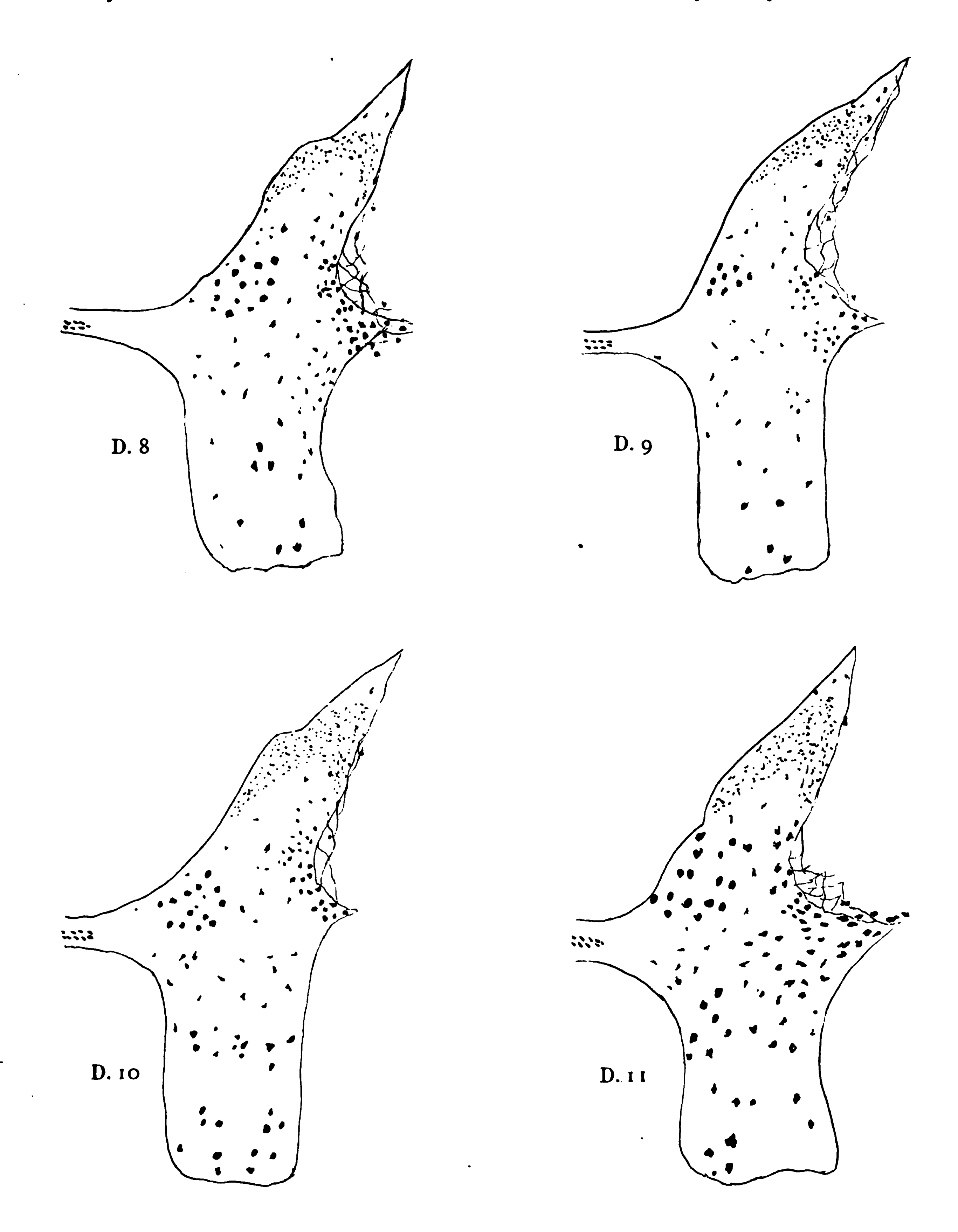
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. III.



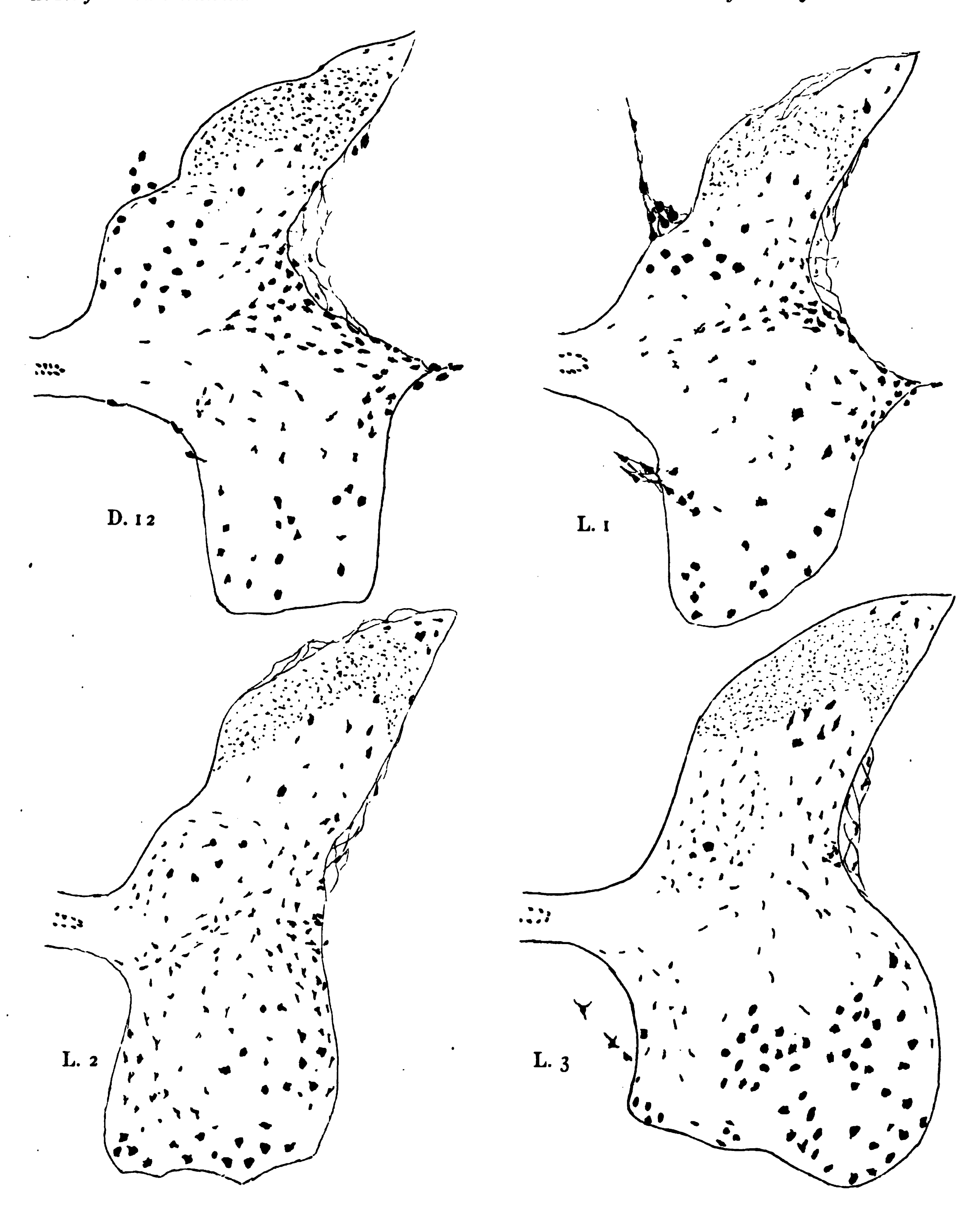
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. IV.



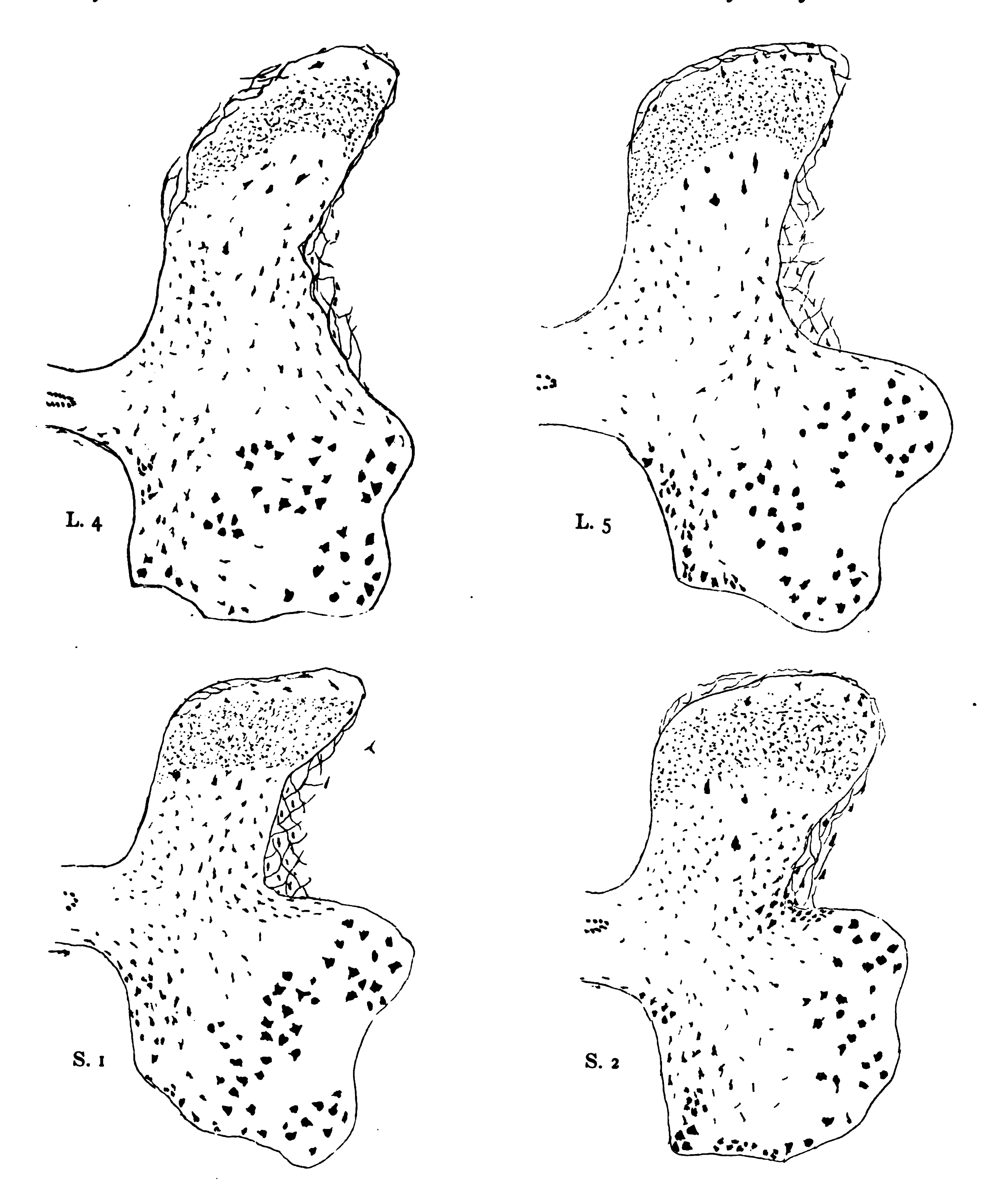
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. V.



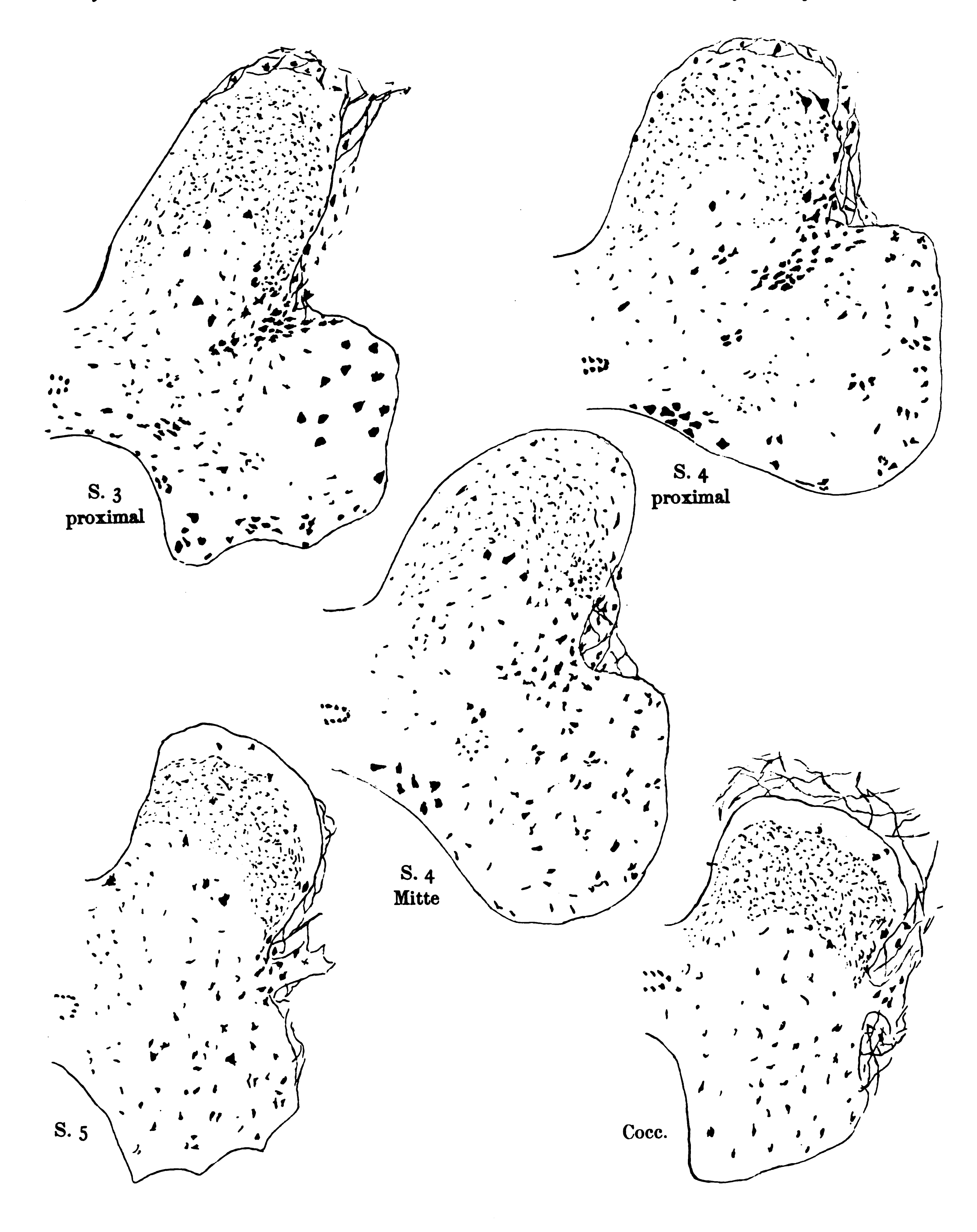
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. VI.



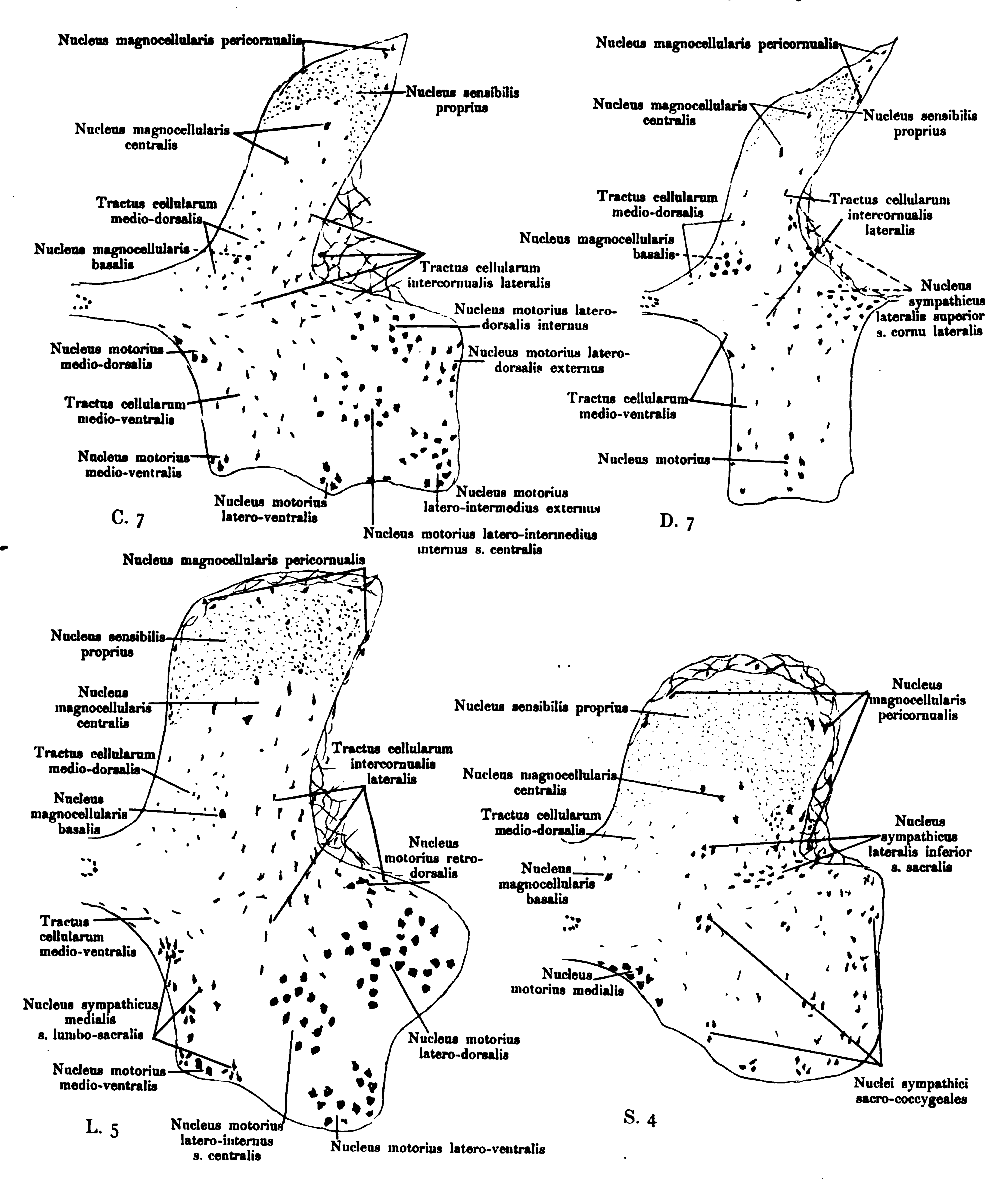
L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. VII.



L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. VIII.



L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks.

Taf. IX.




CANCELLED


Widener Library
3 2044 092 888 254